

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра конструювання машин

До захисту допущено:

В.о.завідувача кафедри

_____ Олександр ОХРІМЕНКО

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Інструментальні системи та
технології формоутворення деталей»**

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

на тему: «Фреза фасонна циліндрична»

Виконав (-ла):

студент (-ка) III курсу, групи МІ-п71

Клишков Валерій Юрійович _____

Керівник:

к.т.н., доцент

Бесарабєць Юрій Йосипович _____

Рецензент:

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2020 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення			Найменування	Кількість лістів	Примітка (Дата виконання)	
1	A4				Завдання на дипломний проект	2	20.04.2020	
2	A4	ДП. МІ-п7105.00.000 ПЗ			Пояснювальна записка		08.06.2020	
3	A1	ДП. МІ-п7105.01.000 ТК			Синтез конструкції фрези	1	30.04.2020	
4	A1	ДП. МІ-п7105.02.000 ТК			Профілювання фрези фасонної циліндричної	1	05.06.2020	
5	A1	ДП. МІ-п7105.03.000 ТК			Створення 3Д моделі фрези фасонної циліндричної		10.06.2020	
6	A1	ДП. МІ-п7105.04.000 ТК			Графічне зображення технологічних процесів: -20 токарна -30 довбальна -40 токарна -45 фрезерувальна	1	18.06.2020	
7	A1	ДП. МІ-п7105.05.000 ТК			Розробка токарної операції з ЧПК за допомогою програми Inventor 2020	1	08.06.2020	
8	A1	ДП. МІ-п7105.06.000 ТК			Універсальна ділильна головка Н-100	1	08.06.2020	
9	A1	ДП. МІ-п7105.07.000 ТК			Поновлення працездатності інструменту	1	08.06.2020	
10	A3	ДП. МІ-п7105.08.000 ТК			Кресленик Фрези фасонної циліндричної	1	08.06.2020	
11	A4	ДП. МІ-п7105.06.000 ТК			Специфікація УДГ Н-100	2	08.06.2020	
					ДП. МІ-п7105.00.000 ПЗ			
		ПІБ	Підп.	Дата				
Розробн.		Климков В.Ю.			Відомість дипломного проекту		Лист	Листів
Керівн.		Бесарабець Ю.Й.					1	
Консульт.							КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. КМ Гр. МІ-п71	
Н/контр.								
Зав.каф.								

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему:

«Фреза фасонна циліндрична»

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Механіко-машинобудівний інститут
Кафедра конструювання машин

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Освітньо-професійна програма «Інструментальні системи та технології формоутворення деталей»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о.завідувача кафедри

_____ Олександр ОХРИМЕНКО

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Климкову Валерію Юрійовичу

1. Тема проекту «Фреза фасонна циліндрична», керівник проекту Бесарабець Юрій Йосипович доц., к.т.н., затверджені наказом по університету від «___» _____ 20__ р. № _____
2. Термін подання студентом проекту 10.06.2020
3. Вихідні дані до проекту: оброблюваний матеріал 30ХГСН2А, оброблюваний діаметр 87мм, передній кут 12°, задній кут 10°, кут нахилу різальної кромки 10°, форма поверхні циліндрична
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз конструкції фрези; профілювання; створення 3Д моделі та кресленика; технологія виготовлення; поновлення працездатності інструменту .
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) 1) Синтез конструкції фрези; 2) Профілювання фрези; 3) Створення 3Д моделі і кресленика фрези; 4) Графічне зображення технологічного процесу; 5) Розробка токарної операції ЧПК; 6) Універсальна ділильна головка; 7) поновлення працездатності інструменту
6. Дата видачі завдання 20.04.2020

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Синтез конструкції фрези	30.04.2020	
2	Профілювання фрези фасонної циліндричної	05.06.2020	
3	Створення 3Д моделі фрези фасонної циліндричної	10.06.2020	
4	Графічне зображення технологічних процесів	18.06.2020	
5	Розробка токарної операції з ЧПК	08.06.2020	
6	Універсальна ділильна головка Н-100	08.06.2020	
7	Поновлення працездатності інструменту	08.06.2020	

Студент

(підпис)

Климков В.Ю.

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

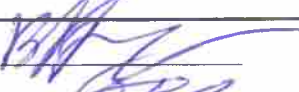
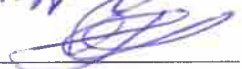
(підпис)

Бесарабець Ю.Й.

(ініціали, прізвище)

Затверджую
Охріменко О.А.
Від «___» _____ 2020р.

Технічне завдання до проекту	
Тема проекту	Фреза фасонна циліндрична
Зміст проекту	Розробити фрезу для обробки поверхні обічайки камери виробу РК-3 діаметром 87
Технічні умови до проекту	<ol style="list-style-type: none">1. Матеріал деталі -30ХГСН2А.2. Параметри фасонної поверхні -R43.53. Головні вимоги до фрези :<ul style="list-style-type: none">- посадковий діаметр $\varnothing 32$;- головний діаметр $D=100\text{мм}$;- товщина фрези $B=36\text{мм}$;- передній кут $\gamma =12^\circ$;- фрезерування відбувається на консольно-фрезерному верстаті 6Р81;- задній кут $\alpha=10^\circ$.4. Кількість зубців на фрезі -205. Кріплення різального інструмента –на оправці, горизонтально-фрезерний верстат 6Р81.6. Підведення охолоджуючої рідини зовнішніє7. Горизонтально- фрезерний верстат .6Р81
Особливі вимоги	Досягнення шорсткості оброблюваної поверхні Rz20

ЛИСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ
СП	Фрези різних конструкцій якими можна було б обробити задану поверхню, створення синтезу, для підбору найкращого варіанту оброблення. Циліндрична фасонна поверхня, яку потрібно оброби.
ОП	1 Проектування фрези . вибір матеріалу, геометричні параметри профілювання визначення конструктивних елементів. 2 3Д модель фрези. 3 Робоче креслення фрези . 4 Пристосування УДГ -Н-100 яка використовується в процесі оброблення снаряду. 5 Поновлення працездатності інструменту.
СС	передній кут $\gamma = 12^\circ$, задній кут $\alpha = 10^\circ$.
ТС	Ескіз технологічних операцій: -020 токарна; -030 довбальна; -040 токарна; -045 фрезерувальна.
КС	1. Конструкція ділильної головки УГД- Н-100. 2. Складальний кресленик УГД- Н-100.
ДС	Зробити заміну дугою колом для задньої поверхні
Студент Климков В.Ю.  дата « <u>20</u> » <u>04</u> 2020р. Викладач Бесарабець Ю.й.  дата « <u>20</u> » <u>04</u> 2020р.	

Прийняті позначення: СП – стан питання. КС – конструкторська складова. ОП – об'єкт проектування. СС – спеціальна складова. ТС – технологічна складова. ДС – дослідницька складова.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 20.04.2020


Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Синтез конструкції фрези	30.04.2020	Виконано
2	Профілювання фрези фасонної циліндричної	05.06.2020	Виконано
3	Створення 3Д моделі фрези фасонної циліндричної	10.06.2020	Виконано
4	Графічне зображення технологічних процесів	18.06.2020	Виконано
5	Розробка токарної операції з ЧПК	08.06.2020	Виконано
6	Універсальна ділильна головка Н-100	08.06.2020	Виконано
7	Поновлення працездатності інструменту	08.06.2020	Виконано

Студент


(підпис)

Керівник проекту


(підпис)

Климков В.Ю.

(ініціали, прізвище)

Бесарабець Ю.Й.

(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

Затверджую:
Головний інженер ДП «ЖМЗ» «Візар»
Лабай Ю.Г.
"20" 04 2020р.
М. П.

Технічне завдання
на науково-дослідну роботу
«Фреза фасонна циліндрична »

Замовник:

Заступник головного інженера
Масюк В.С.

20.04.2020

Виконавець:

В.о. завідувача кафедрою КМ
Охріменко О.А.

Студент групи МІ-п71
Климов В. Ю.

Київ 2020

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Повна назва розробки та її умовне позначення

«Розробка конструкції та технологія виготовлення фрези для обробки обічайки камери виробу РК-3»

1.2 Назви підприємств розробника та замовника системи та їх реквізити

Замовник:

Державне підприємство „Жулянський машинобудівний завод «ВІЗАР»

Виконавець:

Кафедра конструювання машин ММІ КПІ ім. Ігоря Сікорського

1.3 Порядок оформлення та пред'явлення замовникові результатів робіт

По закінченню роботи подається:

- робочий кресленик фрези;
- профілювання інструменту;
- технологія виготовлення;
- поновлення працездатності інструменту

2 МЕТА ТА ВИХІДНІ ДАНІ

2.1 Мета створення розробки

Розробити фрезу фасонну циліндричну для оброблення циліндричної поверхні обічайки камери виробу РК-3.

2.2. Вихідні дані

- оброблюваний діаметр 87мм;
- оброблюваний матеріал 30ХГСН2А;
- з шорсткістю поверхні 3,2мкм ;
- допуск Н12;
- форма поверхні циліндрична;
- передній кут 12°;
- задній кут 10°.
- кут нахилу різальної кромки 10°.

3. ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1 Середовище розробки 3D моделей та креслень – Autodesk Inventor2020.

3.2 Перевести модель фрези в T-FLEX CAD.

3.3 Оброблення обічайки камери виробу РК-3 відбувається на консольно-фрезерному верстаті 6Р81.

4. ЕТАПИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Етап та його зміст	Термін виконання	Результат
1. Профілювання інструменту	19.05.2020	Профілювання інструменту
2. Аналіз конструкцій фрез для фрезерування поверхні обічайки камери виробу РК-3, розробка робочого креслення фрези.	22.05.2020	Креслення фрези та корпусу
3. Розробка технології виготовлення фрези	27.05.2020	Маршрутна технологія виготовлення фрези

5. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

- 5.1 Підвищення продуктивності процесу фрезерування.
- 5.2 Підвищення якості оброблених поверхонь.

6. МАТЕРІАЛИ, ЩО НАДАЮТЬСЯ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ

- 6.1 Робоче креслення фрези .
- 6.2 Профілювання інструменту
- 6.3 Технологія виготовлення фрези.
- 6.4 Лист відновлення працездатності фрези.

Затверджую:
Головний інженер ДП «ЖМЗ» «Візар»
Лабай Ю.Г.
«03» «06» 2020 р.
М. П.

Акт
приймання робіт
науково-дослідної роботи
«Фреза фасонна циліндрична »

В результаті виконання робіт з проектування фрези фасонної циліндричної, виконавець надав:

- робоче креслення фрези;
- профілювання інструменту;
- технологія виготовлення фрези;
- лист відновлення працездатності фрези.

Результати роботи планується реалізувати на ДП «ЖМЗ» «Візар», оброблення обічайки камери виробу РК-3 фрезю фасонною циліндричною на горизонтально-фрезерному верстаті 6Р81. Фреза фасонна циліндрична виготовлена за наданим креслеником.

Від Замовника

Заступник головного інженера
Масюк В.С.

[Signature]
03.06.2020.

Від Виконавця

В.о. завідувача кафедрою КМ

[Signature] Охріменко О.А.

Студент групи МІ –п71

[Signature] Климков В.Ю.

ЗМІСТ

ВСТУП

1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ФРЕЗИ	14
1.1 Характеристика оброблюваного матеріалу	14
1.2 Завдання якого потрібно досягти	16
1.3 Проблеми, які виникають в процесі обробки різання	17
1.4 Можливі варіанти вирішення проблем, які виникають в процесі обробки заданої поверхні фрезерування.	18
1.5 Аналіз конструктивних елементів фрез. Призначення та типи фрез.	19
1.6 Конструкція консольно-фрезерного верстату 6Р81	29
2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ФРЕЗИ ФАСОНОЇ ДИСКОВОЇ	34
2.1 Вибір матеріалу фрези	34
2.2 Геометричні параметри фрези	35
2.2.1 Загальна характеристика	35
2.2.2 Профілювання фрези фасонної циліндричної	46
2.2.3 Технічні вимоги на виготовлення фрези	51
2.2.4 Етапи побудови 3Д моделі Фрези фасонної циліндричної в програмі Inventor 2020	58
3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	62
3.1 Аналіз базового технологічного процесу	62
3.2 Оптимізація технологічного процесу	66
3.3 Базовий технологічний процес виготовлення фрези фасонної дискової	67
3.4 Маршрутний технологічний процес виготовлення фрези	67
3.5 Розрахунок припусків на механічну обробку	68

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ							
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата								
Розробив.		Климков В.Ю.			ЗМІСТ			Літ.		Аркуш	Аркушів	
Перевірив.		Бесарабець Ю.Й.								11		
Н. Контр.												
Затверд.												
					НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» ММІ							

3.6 Розрахунок режимів різання	71
3.7 Розрахунок норм часу	81
4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	82
4.1 Вибір конструкції ділильної головки	82
4.2 Конструкція універсальної ділильної головки УДГ Н-100	83
4.3 розрахунок закріплюючих зусиль в патроні УГД-Н-100.....	86
4.4 Поновлення працездатності інструменту	87
4.5 Розробка токарної операції з ЧПК за допомогою програми Inventor2020	88
Висновок	99
Література	100
ДОДАТКИ.....	103

Вступ

Світ стрімко розвивається, кожного дня з'являються нові технології виготовлення різального інструменту для оброблення матеріалів. Пам'ятаємо, що: «новое – хорошо забытое старое» і хоч дипломне проектування присвячується розробці монолітної конструкції фасонної фрези, для одиничної продукції воно є актуальним у виготовленні і економічним, також, це дозволить створювати різальний інструмент в Україні. Даний проект реалізований на підприємстві «Візар».

Завдання полягає у обробці фасонної поверхні обічайки камери виробу РК-3, створенні технологічного процесу виготовлення фрези. Важливим фактором є врахування потужності підприємства на створення цього різального інструменту. Для того щоб цього досягти підбирається потрібна геометрія фрези, виконується профілювання, створюється технологічний процес на виготовлення, та робочий кресленик різального інструменту. Забезпечити довгу роботу інструменту, його надійність та міцність. Це дозволить зекономити підприємству великі кошти.

Новинкою є створення графічного профілювання Фрези фасонної циліндричної та спосіб переточування фрези. Створення 3Д моделі фрези для спрощення проектування та кресленика.

Даний проект створений на замовлення фірми: «Візар», відіграє велику роль у воєнному виробництві, бо саме цей різальний інструмент оброблює поверхню обічайки камери виробу РК-3.

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ФРЕЗИ

1.1 Характеристика оброблюваного матеріалу

Оброблювана поверхня виготовлена із конструкційної легованої сталі 30ХГСН2А, з цього матеріалу виготовляють корпуси снарядів на виробництві «Візар»

Хімічний склад 30ХГСН2А представлений в таблиці 1.1 [1].

Таблиця 1.1–Хімічний склад 30ХГСН2А

Сталь	Стандарт	Масова частка елементів %								
		C	Si	Mn	Ni	P	S	Cr	Cu	Fe
30ХГСН2А (30ХГСНА)	ГОСТ 4543-71	0.27-0.34	0.9-1.2	1-1.3	1.4-1.8	До 0,025	До 0,025	0,9-1,2	До 0,3	~94

Сталь 30ХГСН2А відноситься до груп середньо легованих, високоміцних сталей [1].

Ці марки сталей виплавляються в електродугових печах із обов'язковим вакуумним, дуговим переплавом. Дана марка сталі 30ХГСН2А добре деформується в гарячому стані, добре зварюється дуговим ручним і автоматичним зварюванням у спеціальному середовищі: газовому або під флюсом [1].

Механічні властивості представлені в таблиці 1.2[1].

Сталь добре піддається кольоровому анодуванню і порошковому фарбуванню. Матеріал можна пресувати і отримати порожнисті напівфабрикати для фасадних конструкцій і труб [1].

Таблиця 1.2– Механічні властивості

Щільність ρ , кг / м ³	7770
Модуль пружності $E \cdot 10^{-5}$, МПа	1,95
Теплопровідність (лямбда), Вт / (м * С)	31,4
Відносне подовження %	10
Твердість HRC	45-51
Термообробка	
Нормалізація 890 ° С. Загартування 890 ° С, олія. Відпуск 230 ° С. $\sigma_{0,2} = 1600$. МПа, $\sigma_B = 1770$ МПа	σ_{-1} , МПа 505

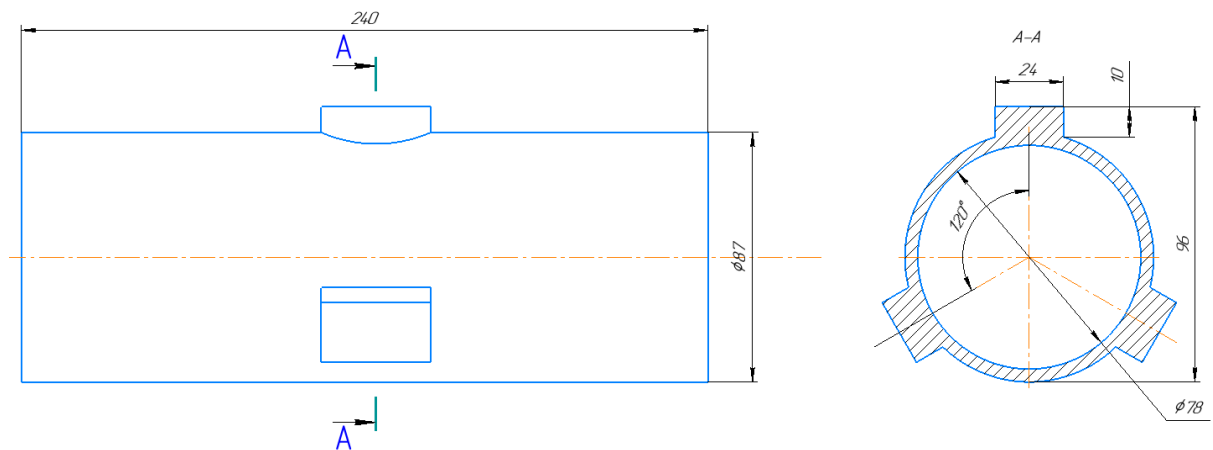


Рисунок 1.1–Ескіз і габарити заготовки

Сталь 30ХГСН2А має призначення :

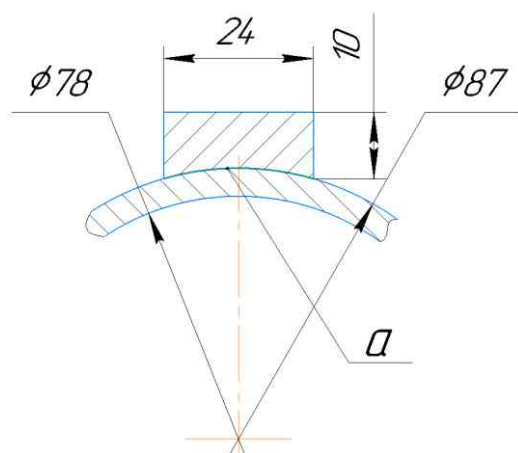
З цієї сталі виготовляють шестерні, фланці, кулачки, пальці, валики, осі, шпильки і інші відповідальні, важко навантажені деталі.

Особливості сталі 30ХГСН2А:

- висока твердість HRC 51;
- стійкість до корозії;
- електропровідність;
- звукоізоляційний матеріал;
- можливість використовувати зварювання.

1.2 Завдання якого потрібно досягти

Головним інженером було поставлено завдання спроектувати фрезу фасону циліндричну для обробки діаметру $\varnothing 87h12$. Рисунок 1.1.



Профіль якого потрібно досягти вказаний на (рисунок 1.1 а). Діаметр оброблюваної поверхні $\varnothing 87h12$.

Головні вимоги до фрези:

- Посадковий діаметр $\varnothing 32$
- Головний діаметр $D=100$
- Товщина фрези $B=36\text{мм}$
- Передній кут $\gamma = 12^\circ$
- консольно-фрезерний верстат 6Р81

Рисунок 1.2–Оброблювана поверхня:
а-профіль який потрібно обробити (рисунок 1.3).

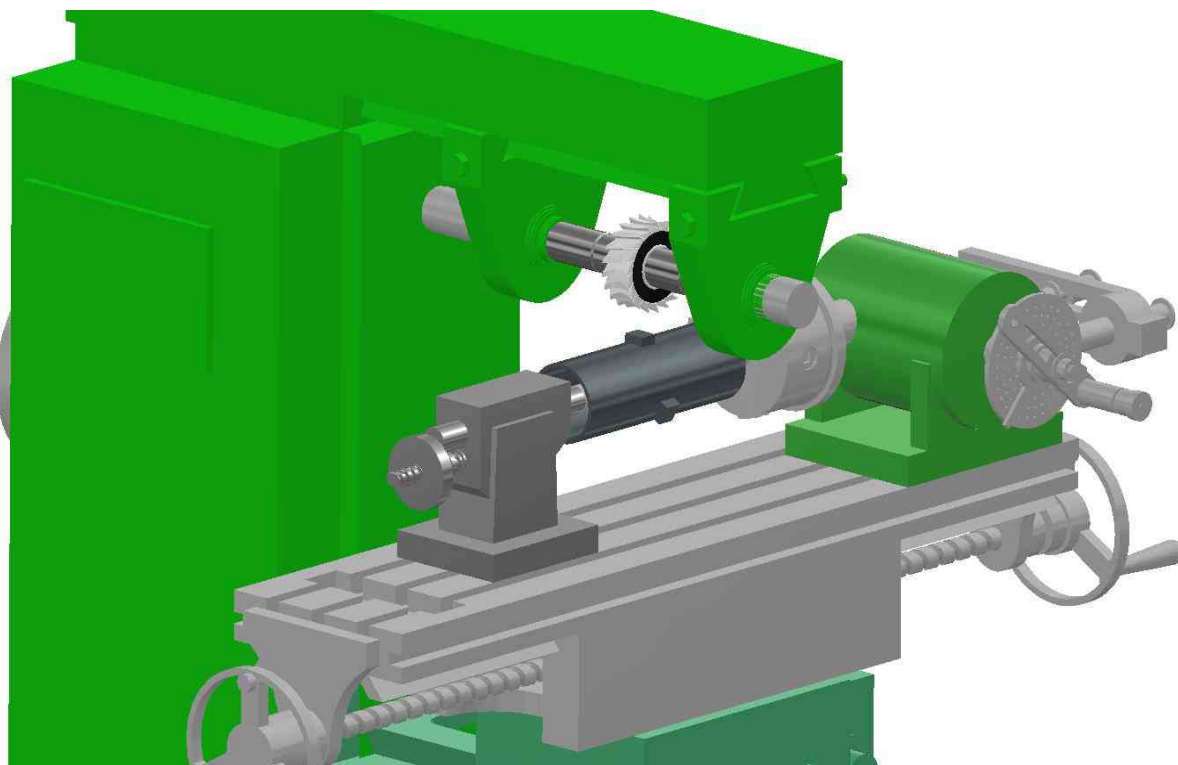


Рисунок 1.3–Фрезерування обічайки камери виробу РК-3 на консольно-фрезерному верстаті 6Р81

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ

Лист

16

1.3 Проблеми, які виникають в процесі обробки різання

Фрезерування-дуже складний процес, бо має велике, силове і температурне навантаження.

На процес фрезерування діють наступні чинники :

-правильно підібрана геометрія, а саме передній і задній кути, кут нахилу стружкової канавки, сприяє плавному різанню, також важливим геометричним параметром є діаметр фрези;

- навантаження, в залежності від типу фрези, діють по-різному, наприклад, у фрезах з прямим зубцем відбувається сильний удар під час різання;

- температура, яка виникає в процесі різання, переходить не тільки в стружку, а ще в інструмент; отже, інструмент повинен витримати і не втратити своїх властивостей при довгому впливі високої температури;

-кожен матеріал має свої механічні властивості та вимагає своїх критерій до обробки;

-базування інструмента на верстаті впливає на подальшу обробку деталі;

- правильно підібрані режими різання дають можливість уникнути швидкого зношення інструмента, а також це впливає на шорсткість майбутнього виробу; до режимів різання відносяться: глибина різання (t), подача (S), швидкість різання (V) або частота обертання шпинделя верстата (n), сила різання (P), потужність різання (N);

- правильне охолодження інструменту та заготовки;

-використання мастильно-охолоджуючої рідини (МОР) грає велику роль на процес різання, а саме дає можливість охолодити як інструмент, так і заготовку, запобігаючи перегріванню і подальшому руйнуванню фрези і заготовки;

- вибір верстату впливає на фрезерування.

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						17
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Можливі варіанти вирішення проблем, які виникають в процесі обробки заданої поверхні фрезерування.

Для запобігання удару задаємо кут нахилу різальної кромки λ , що дозволить працювати інструменту більш плавно, тобто навантаження на зубець буде розподілятися так, що кожний зубець буде входити в зачеплення рівномірно.

Для обробки нашого матеріалу 30ХГСН2А, рекомендується вибирати наступні передні і задні кути $\alpha = 12^\circ$ і $\gamma = 10^\circ$.

Для запобігання перегрівання ми задаємо діаметр фрези який відповідає ГОСТ 9305-93 (ISO 3860-76), чим більший інструмент, тим більше він температурно- стійкий, тому що він потребує більше тепла , щоб його нагріти[2].

Використовуємо (МОР), як «Універсальна синтетична МОР Біола»:

- володіє достатніми змащувальними властивостями[2];
- рекомендована для обробки низько- і середньо легованих сталей, чавуну[2];
- стійка до корозії і біопоразки при дотриманні рекомендованих концентрацій[2];
- рекомендовані операції: точіння, фрезерування, свердління, шліфування [2];
- працює на воді будь-якої жорсткості [2];
- легко змішується [2].

Для уникнення затирання фрези виконуємо допоміжні різальні кромки [2].

У процесі роботи фасонної дискової фрези та обробки матеріалу 30ХГСН2А, утворюється стружка надлому.

1.5 Аналіз конструктивних елементів фрез. Призначення та типи фрез.

Фрезерування є одним з найбільш поширених методів обробки [3].

За рівнем продуктивності фрезерування перевершує стругання і в умовах велико серійного виробництва поступається лише зовнішньому протягуванню. Кінематика процесу фрезерування характеризується швидким обертанням інструменту навколо його осі і повільним рухом подачі. Рух подачі при фрезеруванні може бути прямолінійно-поступальним, обертальним або гвинтовим. При прямолінійному русі подачі фрези проводиться обробка різних циліндричних поверхонь: площин, різноманітних пазів і канавок, фасонних циліндричних поверхонь. При обертальному русі подачі фрезеруванням обробляються поверхні обертання, а при гвинтовому русі подачі - гвинтові поверхні, наприклад, стружкові канавки інструментів, западини косозубих коліс і т. п. Фреза являє собою вихідне тіло обертання, яке в процесі обробки торкається поверхні своїми різальними зубцями. Форма вихідного тіла обертання залежить від форми обробленої поверхні та розташування осі фрези щодо деталі. Змінюючи положення осі інструменту щодо обробленої поверхні, можна спроектувати різні типи фрез, призначених для виготовлення заданої деталі [3].

Фасонні фрези—це фрези з фасонною різальною кромкою. Вони використовуються на будь-якому фрезерному верстаті, порівняно легко обробляючи складні поверхні з високим ступенем точності і чистоти. У ряді випадків, фасонна фреза є монолітним інструментом, яким можна обробити складний профільний виріб. [3]

Різнманіття операцій, що виконуються на фрезерних верстатах, зумовило різноманітність типів, форм і розмірів фрез. Циліндричні фрези застосовуються на горизонтально-фрезерних верстатах при обробці площин. [3]

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						19
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Класифікують фрези по наступним параметрам:

- По розташуванню зубців відносно осі: фрези циліндричні із зубцями, розташованими на поверхні циліндра (рисунк1.4, а) [5,с.80-81]; фрези торцеві із зубцями, розташовані на торці циліндра (рисунк1.3, б); фрези кутові із зубцями, які знаходяться на конусі (рисунк1.4, в); фрези фасонні із зубцями, які містяться на фасонній поверхні (рисунк 1.4, г) (з випуклим і ввігнутим профілем. Деякі типи фрез мають зубці як на циліндричних, так і на торцевих поверхнях, наприклад, дискові двух- і трьохсторонні, кінцеві, шпонкові [5,с.80-81].

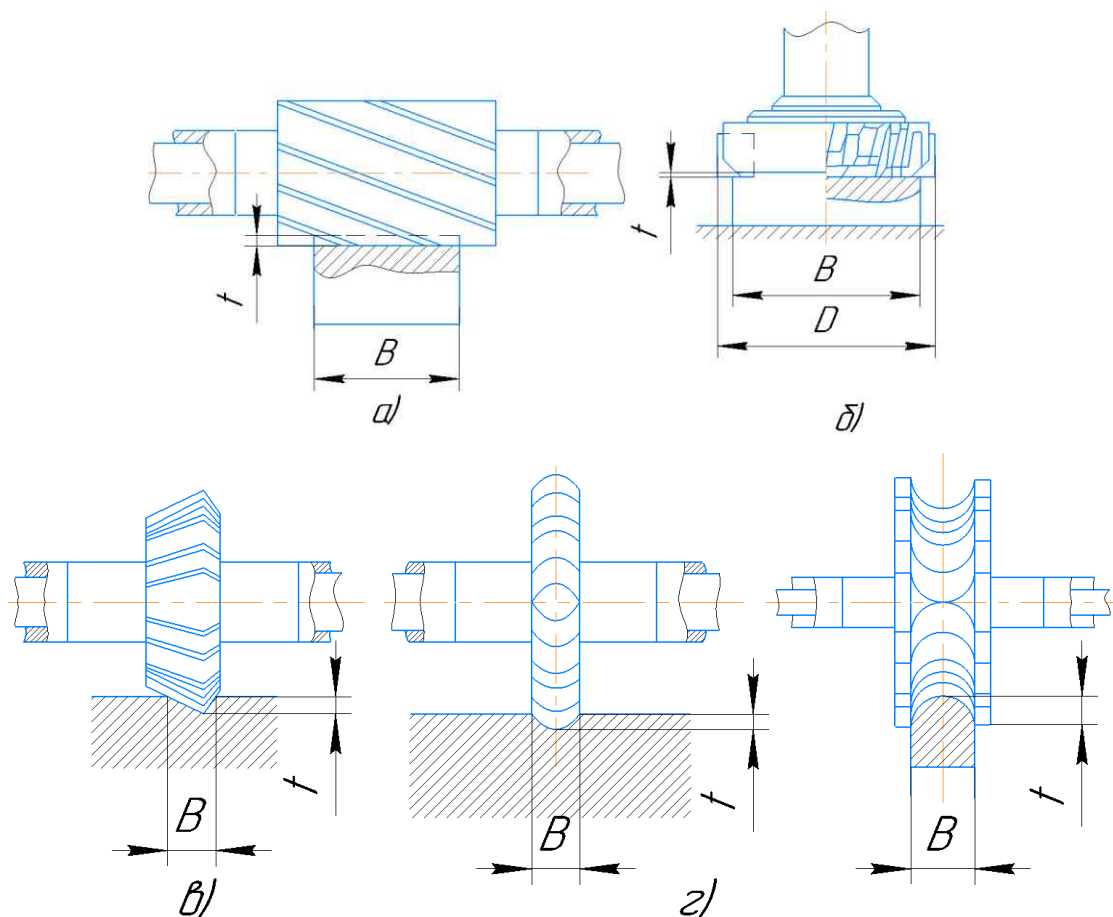


Рисунок 1.4 Види фрез по розташуванню зубців :: [5,с.81]

а) фрези циліндричні з зубцями, розположеними на поверхні циліндра; б) фрези торцеві з зубцями, розташовані на торці циліндра; в) фрези кутові з зубцями; г) фрези фасонні.

- По напрямленню зубців фрези можуть бути: прямозубі (рисунк 1.5,д), в яких направляюча лінія передньої поверхні леза прямолінійна і перпендикулярна напрямку подачі, прямолінійна і перпендикулярна напрямку швидкості головного руху різання(під направляючою лінією передньої

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

поверхні розуміють лінію, по якій рухається точка прямої, яка описує цю поверхню); косозубі (Рисунок 1.4,г), у яких направляюча лінія передньої поверхні леза прямолінійна і нахилена під кутом направлення швидкості головного руху різання; з гвинтовим зубом (Рисунок 1.3,а), в яких направляюча лінія передньої поверхні є гвинтовою, косозубою, різнонаправленою [5,с.80-81].

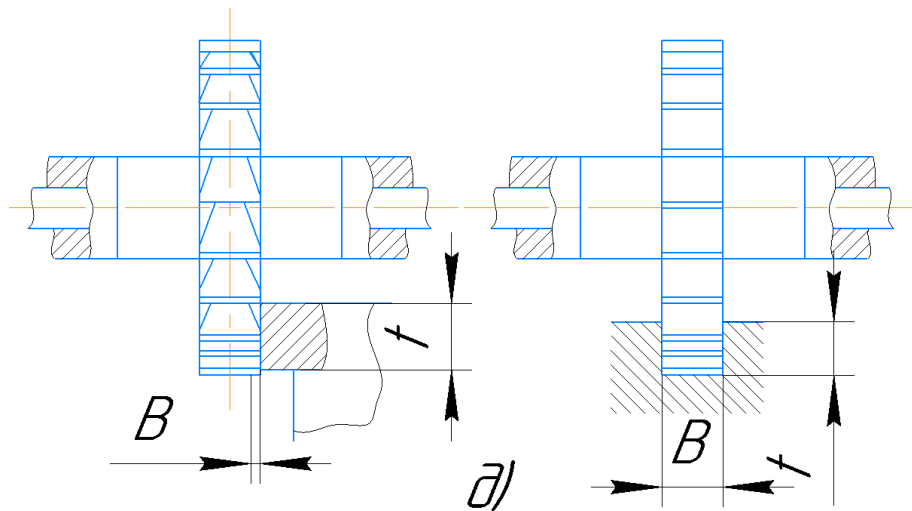


Рисунок 1.5 – Види фрез [5,с.81]

- По конструкції фрези можуть бути: цільні; складені, наприклад, з припаяними чи з приклеєними різальними елементами; збірними, наприклад, оснащені багатогранними пластинами з твердого сплаву; наборними, які складаються з декількох окремих стандартних поверхонь [5,с.81].

- По конструкції зубців фрези можуть бути з **гострозаточиними** (Рисунок 1.6,а) і **затилованими** (Рисунок 1.6,б)) зубцями. Затилювання— процес утворення задньої поверхні інструмента по деякій кривій (зазвичай спіраль Архімеда) для отримання задніх кутів. У гострозаточених фрез задні кути отримуються заточкою. Фрези працюють з малими подачами на зубець, тому в них зношування відбувається по задній поверхні, і заточується по задній поверхні. Однак таку заточку не завжди можливо і доцільно виконувати. Форма поверхні може бути доволі складною, винятково можливість заточування по задній поверхні зубця шліфувальним кругом [5,с.81].

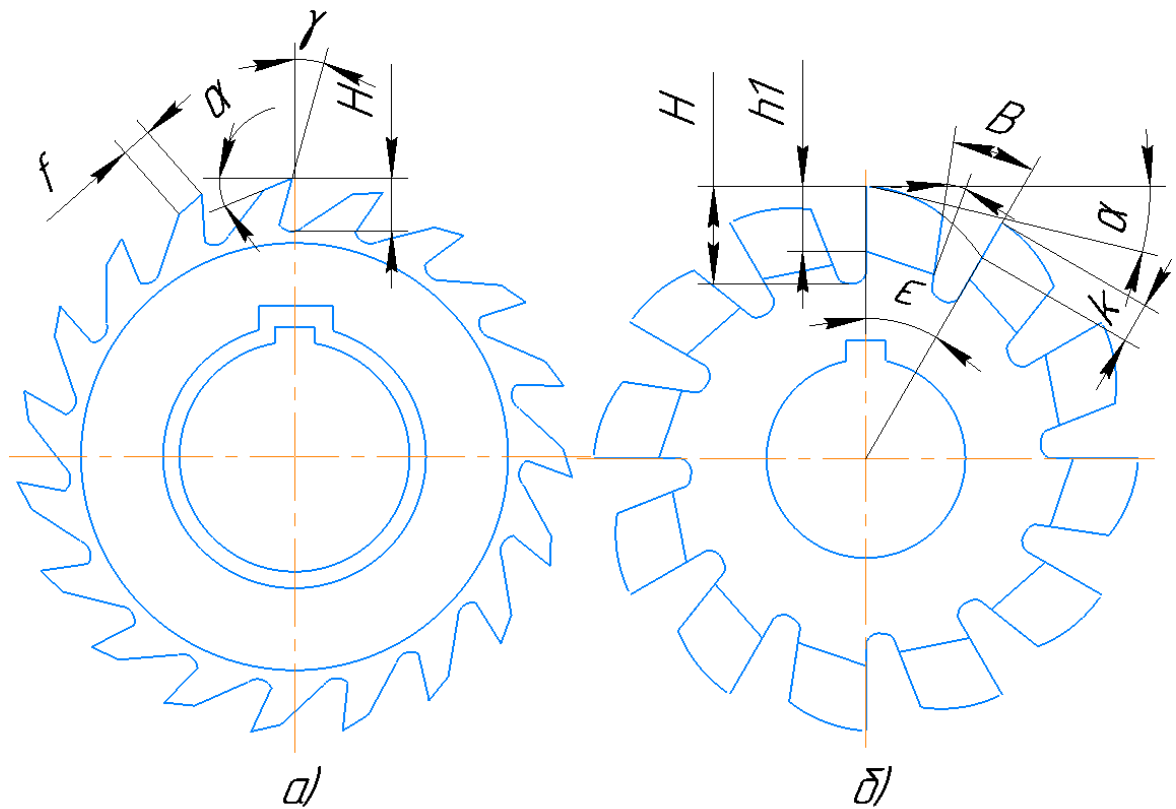


Рисунок 1.6 –Конструкції зубців:

а) гострозаточена фреза; б) затилована фреза

Переваги гострозаточених фрез :

- при однаковому зовнішньому діаметрі у гострозаточених фрез можна вибрати більшу кількість зубців, порівняно із затилованими [5,с.80-81];

- гострозаточені фрези забезпечують більш високий клас точності чистоти обробки поверхні, завдяки підвищеній кількості зубців, а також хорошему стану і чистоті поверхні, збільшена кількість зубців призводить до спокійної роботи фрези і збільшенню хвилинної подачі [5,с.80-81];

-число переточок у зв'язку зі зняттям тонкого матеріалу приблизно в два рази більше [5,с.80-81];

-володіють підвищеною стійкістю, приблизно в два рази, порівняно з затилованими, так як при заточці по задній поверхні знімається дефектний шар, який утворився в результаті термообробки [5,с.80-81];

-гострозаточені фрези використовують у масовому виробництві, забезпечують високу продуктивність, тому що складний профіль деталі обробляється відразу по всьому периметру;

- мають шліфований профіль .

Недоліки гострозаточених фасонних фрез:

-висока трудомісткість їх виготовлення і переточки;

-дорожчі, чим затиловані, але при масовому виробництві їх вартість окуповується підвищенням працездатності за рахунок можливих більших режимів різання;

Гострозаточені фрези відрізняються великою кількістю видів, до них відносяться циліндричні, торцеві, дискові, кінцеві, кутові, шпонкові, т-подібні та інші [6].

Загалом гострозаточені фасонні фрези витісняють затиловані при обробці фасонних поверхонь масових деталей машин і приладів, канавок різальних інструментів [6].

Фрези затиловані діляться на дві групи зі шліфованим і нешліфованим профілем. Фрези виготовляють двох типів [6]:

-зі *шліфованим* профілем застосовуються в тому випадку, коли потрібна висока точність профіля деталі (черв'ячні, зубонарізні, шліцові або гребінчасті);

-зі *нешліфованим* профілем після термічної обробки виникають похибки, профіля, зв'язані з деформуванням як самих зубців так і корпусу фрези, крім того на задній поверхні зубця є зневуглицьований шар, таким чином, фрези з нешліфованим профілем мають не тільки знижену точність, а ще і понижену стійкість.

Чорнові з нешліфованим профілем для чорнового зубонарізування і чистові зі шліфованим профілем. У затилованих фрезах профіль зубця виконаний по евольвенті. На профілі зубців чорнових фрез роблять канавки для дроблення стружки, передній кут дорівнює 5-10 °, задній кут 10 - 15 °. У чистових фрез передній кут дорівнює нулю.

Переваги затилованих фрез :

- у промисловості використовуються як фрези спецпризначення.

Недоліки затилованих фасонних фрез:

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						23
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- з нешліфованим профілем мають понижену стійкість і міцність;
- при переточці фрез із затилованими зубцями з передньої поверхні зубця видаляють в 4-5 разів більше шару матеріалу, чим при заточці гострозаточених фрез;
- мають меншу кількість зубців, а, отже, вони є менш продуктивними.

Свою назву затиловані фрези отримали завдяки своєму методу обробки.

Є три способи затилювання [7]:

- 1) радіальне -затилювальний різець переміщується перпендикулярно осі фрези [7];
- 2) кутове, при якому різець переміщується під деяким кутом [7];
- 3) осьове, при якому різець переміщується паралельно осі фрези [7];

Найбільше використовується радіальне (рисунок 1.7,а) і кутове (рисунок 1.7,б) затилювання [7].

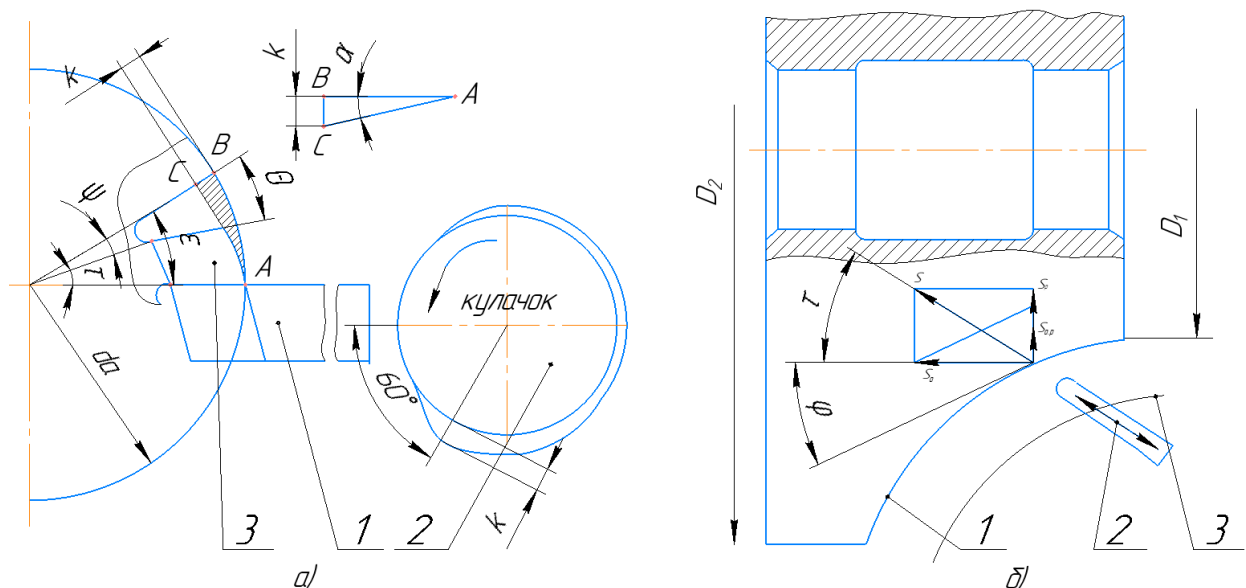


Рисунок 1.7 –Види затилювання:

- а) Схема радіального затилювання зубця: 1)різець; 2)кулачок; 3)зубець фрези.
- б) Схема кутового затилювання зубця: 1)профіль фрези; 2)затилювальний різець; 3)копір.

- По способу кріплення на верстаті фрези насадні з отвором під оправку і кінцеві з конічним і циліндричним хвостовиком.

Збірні конструкції фрез забезпечують значну економію швидкорізальної сталі і зниження експлуатаційних властивостей через можливість багатократного використання корпусу і заміни різальних ножів після їх

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24

зношування. Великий вплив ефективності конструкції збірних фрез має спосіб кріплення зубців. Найбільш простим і надійним способом для кріплення зі швидкорізальної сталі є застосування рифлень, які забезпечують компактність кріплення і можливість розміщення значної кількості зубців [5,с.90].

Механічне кріплення ножа

В конструкції наведені на рис.1.8 а, ніж і паз мають кут 5 градусів при розташуванні рифлень вздовж ширини ножа. Ніж забивають в паз. Даний спосіб дозволяє регулювати і відновлювати виліт ножа по діаметру і відносно торця використовують для кріплення клин (рис.2,40. б,в) [5,с.90].

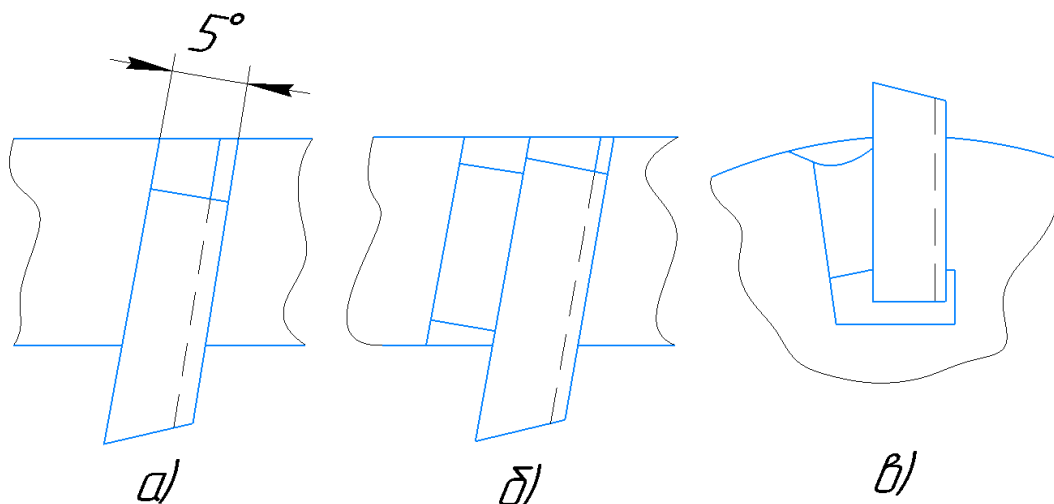


Рисунок 1.8 –Види кріплення лез: [5,с.90]

- а) регулювання висоти зубу
б),в) для регулювання вильоту ножа

У тих випадках, коли потрібно відновлення діаметру і одночасного вильоту ножа відносно торця корпусу, використовують ніж подвійної клиновидності (рис.1.9,г). Ножі з рифленнями використовують на дискових двух- і трьохсторонніх фрезах, (рис.1.9,д) діаметром 80-160мм [5,с.90].

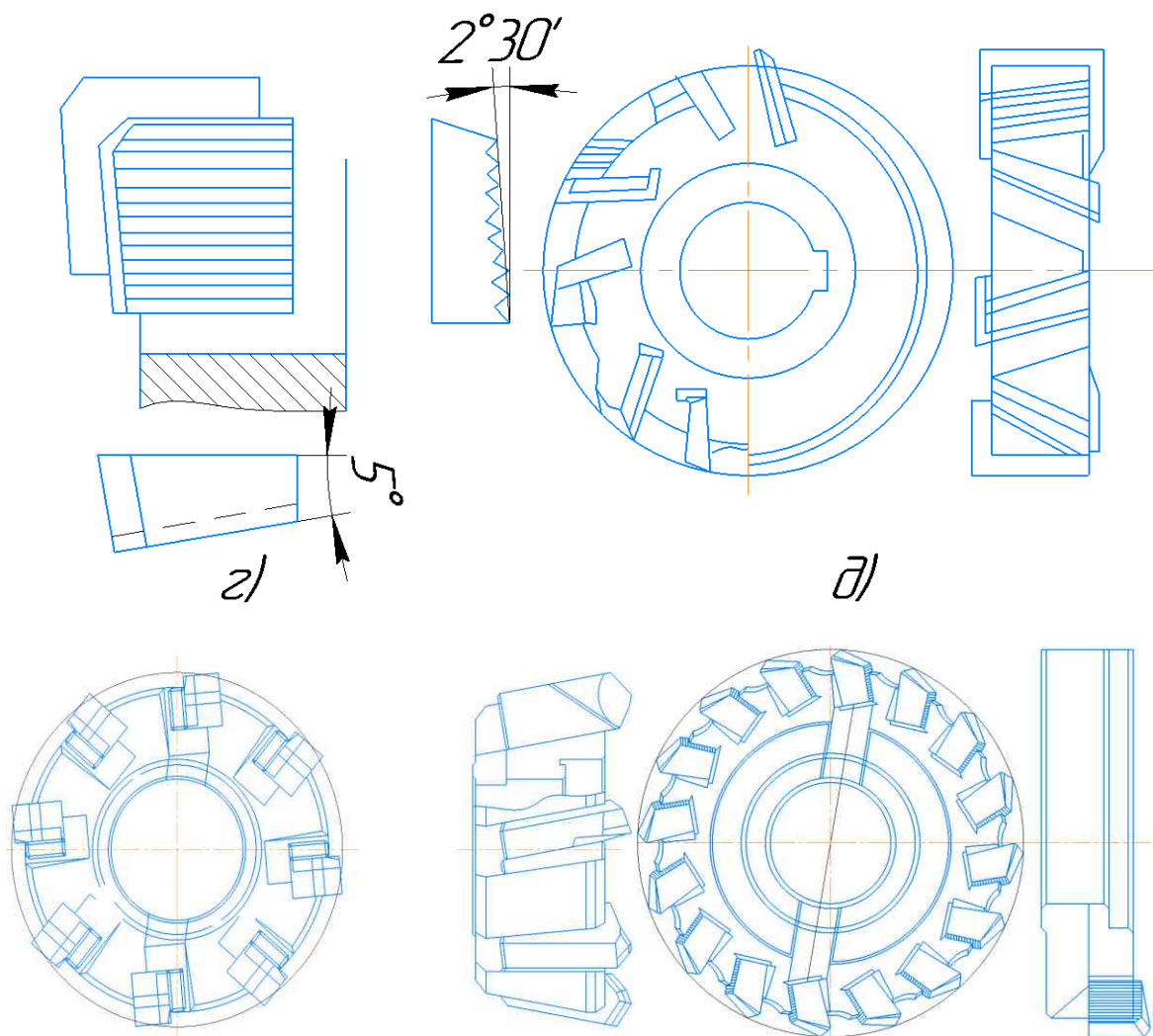


Рисунок 1.9 – Види кріплення лез: [5,с.90]

г) подвійна клиновидність

д) на дискових трьохсторонніх фрезах

Ці фрези можуть бути з прямими і гвинтовими зубцями. Фрези з гвинтовими зубцями працюють плавно; вони широко застосовуються на виробництві. Фрези з прямими зубцями використовуються лише для обробки вузьких площин, де переваги фрез з гвинтовим зубцем не роблять великого впливу на процес різання. В місці стику фрез передбачається перекриття різальних крайок однієї фрези різальними крайками іншої. Циліндричні фрези виготовляються зі швидкорізальної сталі, а також оснащуються твердосплавними пластинками, плоскими і гвинтовими. Торцеві фрези широко застосовуються при обробці площин на вертикально фрезерних верстатах. Їхня вісь встановлюється перпендикулярно обробленій площини деталі. На відміну від циліндричних фрез, де всі крапки різальних крайок є

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		26

профільюючими і формують оброблену поверхню у торцевих фрез тільки вершини різальних крайок зубів є профільюючими. Торцеві різальні кромки є допоміжними. Головну роботу різання виконують бічні різальні кромки, розташовані на зовнішній поверхні. Так як на кожному зубі тільки вершинні зони різальних крайок є профільюючими, форми різальних крайок торцевої фрези, призначеної для обробки плоскої поверхні, можуть бути найрізноманітнішими. В практиці знаходять застосування торцеві фрези з різальними крайками в формі ламаної лінії або окружності. Торцеві фрези забезпечують плавну роботу навіть при невеликій величині припуску, так як кут контакту з заготовкою у торцевих фрез не залежить від величини припуску і визначається шириною фрезерування і діаметром фрези [5,с.86-89].

Дискові фрези пазові, дво-і тристоронні використовуються при фрезеруванні пазів і канавок. Пазові дискові фрези мають зубці тільки на циліндричній поверхні і призначені для обробки відносно неглибоких пазів. Важливим елементом пазової фрези є її товщина, яка виконується з допуском 0,04-0,05 мм. У міру сточування зубців, в результаті піднутрення, товщина фрези зменшується, дискові двосторонні і тристоронні фрези мають зубці, розташовані не тільки на циліндричній поверхні, але і на одному або обох торцях. Дискові фрези мають прямі або похилі зубці [5,с. 86-89].

Кінцеві фрези застосовуються для обробки глибоких пазів в корпусних деталях контурних виїмок, уступів, взаємно перпендикулярних площин. Кінцеві фрези в шпинделі верстата кріпляться конічним або циліндричним хвостовиком. У цих фрез основну роботу різання виконують головні різальні кромки, розташовані на циліндричній поверхні, а допоміжні торцеві різальні кромки тільки зачищають дно канавки. Такі фрези, як правило, виготовляються з гвинтовими або похилими зубцями. Різновидом кінцевих фрез є шпонкові двозубі фрези. Шпонкові фрези можуть заглиблюватися в матеріал заготовки при осьовому русі подачі і висвердлюють отвір, а потім рухатися уздовж канавки [5,с. 86-89].

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						27
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір конструкції фрези

Оскільки на процес фрезерування впливає багато факторів, враховуючи важче зазначений матеріал, та задач, які буде виконувати майбутня фреза, вибираємо наступну конструкцію фрези:

- по розташуванню зубців відносно осі: фреза циліндрична із зубцями, розташованими на поверхні циліндра;
- по напрямленню зубців фрези : фреза з гвинтовим зубом;
- по конструкції фрези : цільна;
- по конструкції зубців: гострозаточена;
- по способу кріплення: насадна з отворами під оправку.

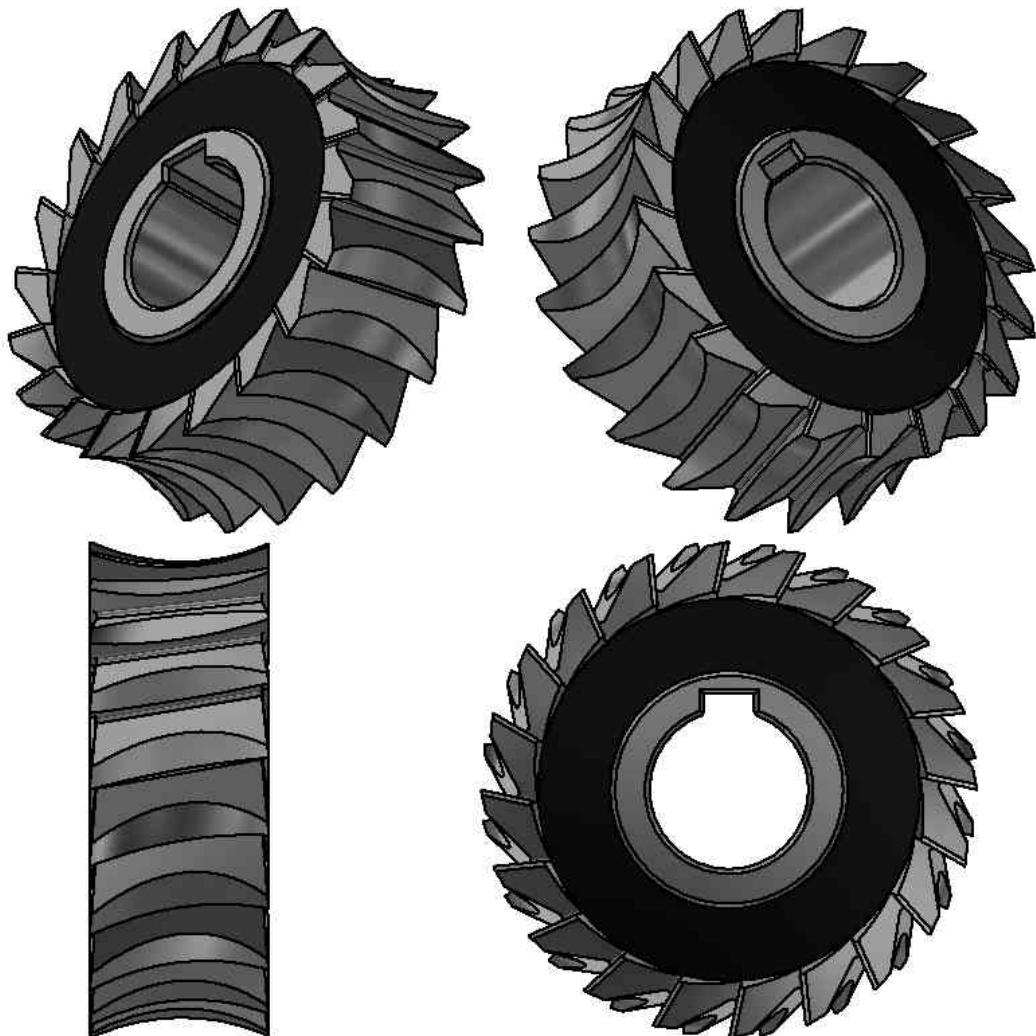


Рисунок 1.10 – Прийнята конструкція фрези

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ

Лист

28

1.6 Конструкція консольно-фрезерного верстату 6P81[8]

Горизонтальні консольно-фрезерні верстати мають горизонтально розташований, що не міняє свого місця шпиндель. Стіл може переміщатися перпендикулярно до осі шпинделя в горизонтальному і вертикальному напрямках і уздовж осі, паралельної їй [8].

Позначення консольно-фрезерних верстатів[8]

6 - фрезерний верстат (номер групи за класифікацією ЕНІМС) [8]

P - серія (покоління) верстата (Б, К, Н, М, Р, Т) [8]

8 - номер підгрупи (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) за класифікацією ЕНІМС (8 - горизонтально-фрезерний) [8]

1 - виконання верстата - типорозмір (0, 1, 2, 3, 4) (1 - розмір робочого столу - 250 x 1000) [8]

6P81 Верстат консольний фрезерний горизонтальний універсальний. Призначення і область застосування[8]

Горизонтальний консольно-фрезерний верстат 6P81 призначений для обробки різних виробів зі сталі, чавуну, кольорових металів і пластмас циліндричними, торцевими, дисковими, кутовими і спеціальними фрезами [8].

Принцип роботи та особливості конструкції верстата[8]

Для обертання шпинделя і механічних подач столу передбачені приводи від окремих електродвигунів. Стіл верстата може здійснювати швидкі переміщення в трьох напрямках [8].

Ручний та механічний приводи заблоковані. Вимкнення механічних переміщень столу може здійснюватися упорами і вручну. Для гальмування шпинделя застосовується електромагнітна муфта [8].

Підвищена потужність електродвигунів і жорсткість верстата забезпечують обробку виробів. на швидкісних режимах різання твердосплавним інструментом.

Верстат може застосовуватися в одиничному мелкосерийном і серійному виробництві [8].

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Клас точності верстата Н. Шорсткість обробленої поверхні V4-V5 [8].

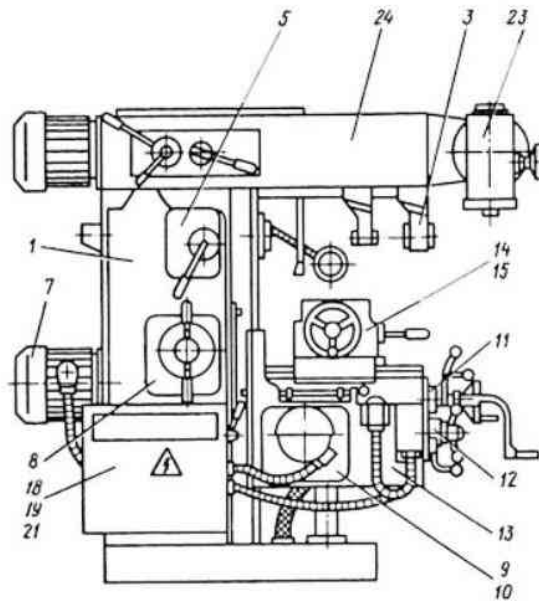


Рисунок 1.11 – Частина горизонтального консольно-фрезерного верстата 6P81[8]:

1-Станина - 6P81Г-11.001; 2-Станина - 6P11-11.000; 3-Серьга - 6P81Г-11.000; 4-Огородження - 6P11-12.000; 5-Привід шпинделя - 6P81Г-21.01; 6- Привід шпинделя - 6P11-21.01; 7-Коробка швидкостей - 6P81Г-31.02; 8-Переключення коробки швидкостей - 6P81Г-33.01; 9-Коробка подач - 6H81Г-51.02А; 10-Редуктор - 6H81Г-52.01; 11-Коробка реверсу - 6H81Г-53.01А; 12-Переключення подач - 6H81Г-55.02; 13-Консоль - 6H81Г-60.05; 14-Стіл - 6H81Г-70.01А; 15-Стол - 6H81-70.01 ; 16-Система мастила столу і консолі - 6H81Г-83.02; 17- Система мастила столу і консолі - 6H81-83.02, Система охолодження - 6P81Г-84.01, Система охолодження - 6P11-84.01, Система охолодження - 6P81Ш-84.01; 18-Електрошкаф - 6P81Г-95.02А, Електрошкаф - 6P81Ш-95.02А; 19-Електрообладнання - 6P81Г-99.05А; 20-Електрообладнання - 6P11-99.06А; 21-Електрообладнання - 6P81Ш-99.001А; 22-Фрезерная головка - 6P11-32.000; 23-Поворотная головка - 6Т81Ш-31; 24-Ползун - 6Т81Ш-44.

Привід шпинделя верстата 6P81[8]

Обертання шпинделя передається від коробки швидкостей клиноремінною передачею, яка розміщується в задній порожнини станини під кришкою. Від шківів, співвісних зі шпинделем, обертання останньому повідомляється або прямим з'єднанням їх кулачковою муфтою або через дві зубчасті передачі 16-18 і 19-17 (рис.9) [8]

Опорами шпинделя служать підшипники кочення: два радіально-наполеглих попереду і один кульковий в задній опорі. [8]

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Регулювання зазору в підшипниках передньої опори можливо тільки при повному розбиранні шпинделя - розділ "Регулювання верстатів") [8].

Коробка швидкостей верстата 6P81[8]

Коробка швидкостей з електродвигуном на корпусі кріпиться до станини фланцем. Корпус її при цьому входить в порожнину станини, залиту мастилом. На корпусі встановлено плунжерний мастильний насос, що приводиться в дію від ексцентрика. Для доступу до насоса на правій стороні станини є вікно з кришкою[8].

Перемикання швидкостей в коробці проводиться від кулачка 129 (см.рис.6) з криволінійними пазами на торцях. Вал кулачка муфтою з'єднується з валом шкали і рукояток перемикання 101, розташованих зовні станини. Сполучна муфта вільно знімається з вала кулачка, коли кришка перемикання відкріплюється від станини [8].

При розбиранні коробки швидкостей слід зазначити положення кулачка і положення шкали частоти обертання, щоб відновити правильну їх взаємозв'язок при складанні [8].

Коробка подач. Редуктор верстата 6P81[8]

Корпуси коробки подач і редуктора з'єднуються гвинтами в єдиний вузол, після чого встановлюються в порожнину консолі зліва. Справа консолі, через вікно з кришкою, виступає вал редуктора з рукояткою, що включає муфту прискореного ходу [8].

Вихідна шестерня редуктора 47 (рис. 10,11) зчіплюється з шестернею 49 коробки реверса [8].

Перемикання ковзають шестерень в коробці подач здійснюється так само як і в коробці швидкостей кулачком 130 (см.рис.6) [8].

Вал його зчеплений зі шкалою і рукояткою перемикання 103 (см.рис.6) вузла 55 (см.рис.11) укріпленого спереду консолі [8].

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						31
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Вузол 55 вільно знімається після видалення кріпильних гвинтів. Не слід забувати відзначити взаємозв'язок шкали подачі і положення кулачка в коробці при розбиранні, щоб потім правильно зібрати перемикання [8].

Коробка реверсу верстата 6P81[8]

Механізм коробки реверса отримує обертання від редуктора і через запобіжну муфту передає обертання до ходових гвинтів поздовжнього, поперечного і вертикального переміщень столу. Включення обертання того чи іншого ходового гвинта, в прямому і зворотному напрямку, проводиться кулачковими муфтами за допомогою рукояток 105, 106, 107 (см.рис.6 і II) [8].

Для ручних переміщень столу служать рукоятка 109 і маховичок 110, які встановлені на валах вільно, а в момент використання зчіплюються з валами за допомогою кулачкових муфт [8].

У коробці реверсу передбачено блокування, що попереджає включення механічної подачі, якщо не розчіплюючи з валами рукоятка 109 і маховичок 110 [8].

Блокування забезпечується кульками, вкладеними в радіальні отвори валів під маточинами рукоятки 109 і маховичка 110 [8].

При знятті останніх кульки можуть випасти, необхідно встановити їх при складанні на місце [8].

При установці коробки реверса в консоль слід з'єднати такі елементи [8]:
-ввести кінець вала XIX (см.рис.6) зі шпонкою в отвір конічним зубчастим колесом 58 [8];

-зчепити зубчасті колеса 57 і 49 з колесами 61 і 47 [8];

ввернути гвинт XVIII в гайку 55 поперечного переміщення [8].

Консоль верстата 6P81[8]

В консолі розміщені вузли механізму подачі, описані вище.

Гвинт поперечного переміщення столу має опори в коробці реверсу і виходить з консолі назовні через отвір [8].

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						32
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Безпосередньо, в отворах корпусу консолі встановлені конічні зубчасті колеса і гвинт вертикального переміщення столу[8].

Рух до гвинта поздовжнього переміщення стола повідомляється від зубчастого колеса 57 (див. Рис.6) коробки реверса через вал XXI (см.рис.6 і 12) і паразитне зубчасте колесо 63. Вал XXI змонтований в гільзі, встановленої в отворі корпусу консолі[8].

Зубчасте колесо 63 поміщено в вікні спеціальної пробки, посадженої в отвір зверху консолі так, що зуби виступають над поверхнею напрямних [8].

Стіл верстата 6P81[8]

У нижній частині санчат столу встановлено зубчасте колесо 64 (см.рис.6 і 13), зчеплене з зубчастим колесом консолі 63. Завдяки великій довжині зубчастого колеса 64 протягом усього поперечного переміщення столу зберігається зачеплення і забезпечується передача обертання до поздовжнього гвинта столу [8].

Обертання гвинта поздовжнього переміщення здійснюється конічними зубчастими колесами 70 і 71 з кулачками на торцях. Між конічними колесами знаходиться втулка зі шпонкою всередині і кулачковою муфтою 143 зовні. Включення кулачковою муфти в ту чи іншу сторону проводиться рукояткою 107, чим і забезпечується рух столу вправо і вліво [8].

Гайка гвинта поздовжнього переміщення стола забезпечена пристроєм автоматичної вибірки зазору. Гайка складається з двох частин, що спираються буртами (через кулькові підп'ятники) на торці несучого їх кронштейна [8].

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						33
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ФРЕЗИ ФАСОНОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ

2.1 Вибір матеріалу фрези

Робоча частина кожного різального інструмента піддається великому навантаженню і тому швидко зношується. Для запобігання цього використовують інструментально-вуглецеві, леговані та швидкорізальні сталі, керамічні матеріали, надтверді матеріали та тверді сталі [9].

Згідно нормативних документів (нормативні док. ([9]), для обробки 30ХГСН2А, фрези виготовляють із швидкорізальної сталі за ГОСТ 19265-73 марок Р18, Р6М5, Р9, Р6АМ5, Р6М5К5, Р6АМ5Ф3 і Р9М4К8. Нормальної продуктивності і підвищеної [9].

Сталі Р6М3, Р9М, Р6М5, Р18Ф2К8М мають більше молібдену, що сприяє значному збільшенню теплостійкості та зносостійкості, вони більш міцні і застосовуються для фрезерування жароміцних і високоміцних сплавів і сталей.

Швидкорізальні інструментальні сталі діляться на сталі:

- нормальної продуктивності (марок Р12, Р9, Р18, Р6М5 та ін.);
- підвищеної продуктивності (марок Р6М5Ф3, Р12Ф3, Р9К5, Р6М5К5 та ін.).

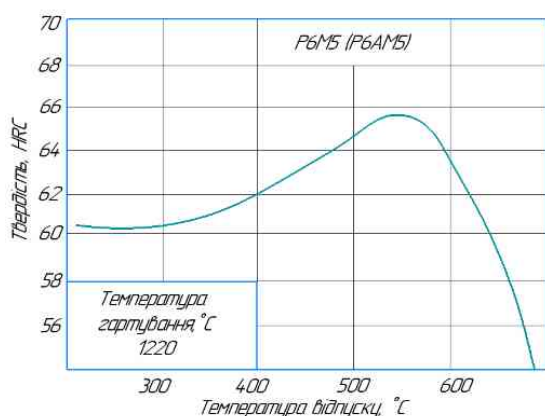


Рисунок 2.1–Гартування Р6М5

Інструмент з вуглецевих і легованих сталей мають більш високу теплостійкість (600-700°C) і зносостійкість [9].

Згідно з ГОСТ 19265-73, фрези повинні виготовлятися з швидкорізальної сталі. (яких марок), їх твердість повинна бути 63...64 HRC. див в табл.3[9]

Таблиця 2.1 – Температурні характеристики

Марки сталей	Твердість			Температура °С	
	Після відпуску		Після закали з відпуском HRC, (HRC), не менше	Закалка	Відпуск
	HB, більше	Діаметр відбитка не менше			
P18	225	3,8	63(62)	1270	560
P6M5	255	3,8	64(63)	1220	550
P6M5Ф3	269	3,7	65(64)	1220	550

2.2 Геометричні параметри фрези

Визначення конструктивних параметрів циліндричної фасонної фрези, до елементів якої входять:

- геометрія різальної частини;
- головні діаметри фрези ;
- посадковий діаметр інструменту;
- кількість різальних зубців(шпонкове з'єднання).

2.2.1 Загальна характеристика

Всі типи гострозаточених фрез, не дивлячись на їхнє різноманіття, мають багато спільного в методиці підрахунку, призначенні і оформленні конструктивних елементів Рисунок 2.2.

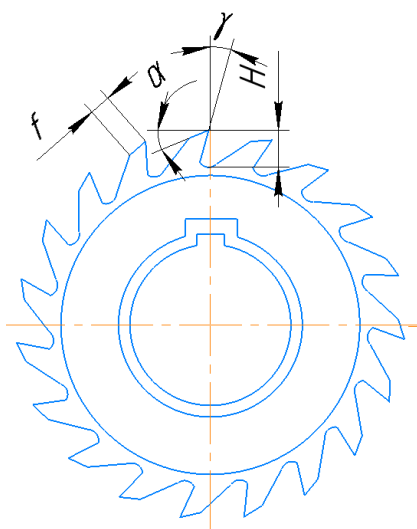


Рисунок 2.2

До них відноситься :діаметр фрези, посадкові розміри (діаметр отвору, шпонкова канавка), число зубців і їх форма.

Для скорочення номенклатури фрез їх зовнішні діаметри стандартизовані. Розмірні ряди діаметрів складені за геометричною прогресією зі знаменником ϕ , рівним 1,23;1,58, так далі . рівним знаменнику ряду частоти з обертання шпинделя фрезерних станків. Такий вибір розмірного ряду зовнішніх діаметрів

забезпечує незмінність швидкостей різання при використанні фрез любого діаметру, в тому числі і для фрезерних станків, частота обертання яких змінюється за геометричною прогресією зі значенням $\varphi=1,41$ У розмірному ряді наступний діаметр $d_{a_n}=d_{a_{n-1}}$, де n- порядковий номер діаметра.

Розмірні ряди діаметрів фрез при знаменнику прогресії $\varphi=1,26$ наступні:3;4;5;6;8;10;12;16;20;25;32;40;50;63;80;100;125;160;200;250;320;400; 500;630;800;1000мм і при знаменнику прогресії 1,58-4. Діаметр посадкових отворів вибирають в залежності від зовнішнього діаметра фрези, але не більше 60мм з округленням до стандартного ряду :16;22;27;32;40;50 і 60мм

Цільні гострозаточені фрези виготовляються зі швидкорізальної сталі. Завдання проектування цих фрез зводиться до визначення їх конструктивних елементів і геометричних параметрів, які забезпечують обробку заданої деталі на заданому верстаті у відповідності з вимогами до параметрів шорсткості і оброблюваної поверхні [5].

Визначення зовнішнього та посадкового діаметрів являється дуже важливим параметром конструкції фрези. При виборі діаметра необхідно забезпечити потрібну жорсткість оправки для заданих умов роботи фрези [5].

Слід обрати як найменший діаметр фрези з ціллю зниження машинного часу обробки T за формулою (2.1)

$$T = \frac{(L + x + y) \cdot \pi d_a}{1000 \vartheta \cdot S_z \cdot z} \quad (2.1)$$

- де T — машинний час;
 L — довжина деталі;
 d_a — величина перебігу фрези(2-3мм);
 x — величина врізання, що залежить від зовнішнього діаметру фрези
 z — число зубців фрези.
 S_z — подача на зубець фрези.

Зовнішній діаметр насадних фрез повинен забезпечувати міцність фрези, в перетині між колом впадин посадковим отвором. Шляхом випробувань було встановлено, що нормальна робота фрез має місце при прогині оправки, не перевищуючи $\delta=0,4\text{мм}$ при чорновому і $\delta=0,2\text{мм}$ при чистовому фрезеруванні [5].

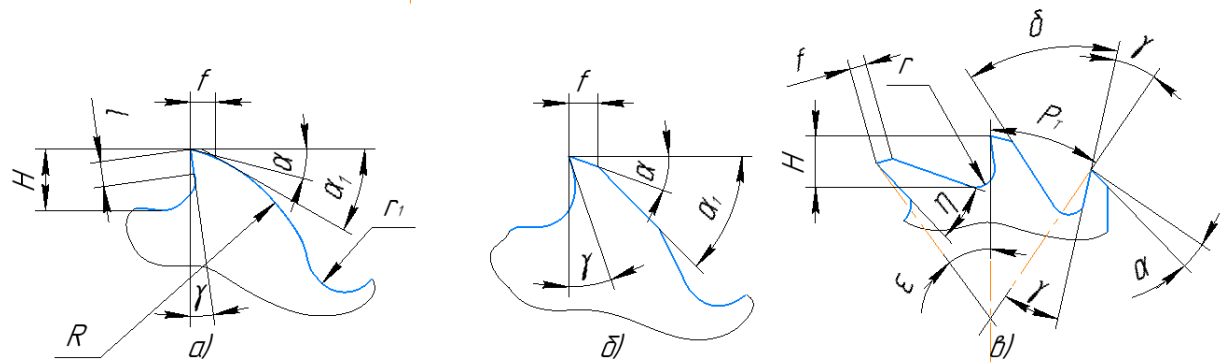


Рисунок 2.3–Приклади зубців різних фрез

Великі зубцеві фрези мають криволінійний (Рисунок. 2.3,а), або двокутовий (Рисунок. 2.3, б), профіль зубців, а трапецієвидний (Рисунок. 2.3,в) відноситься більш до мілкозубцевих.

Канавку зубця криволінійного профілю обробляють спеціальною фрезою. Спинка зубця (див. Рисунок. 2.2, а) виконується по дузі кола радіусом

$$R = (0,3 \dots 0,45) \cdot D \quad (2.2)$$

де D – висота зубця, мм.

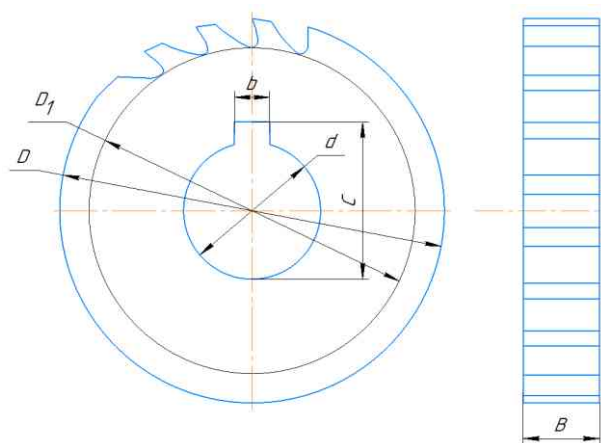
Кут заокруглення для западини (рис. 2.2, а). формула (2.3)

$$r_1 = (0,4 \dots 0,75) \cdot H = 0,6 \cdot 6,5 = 2,6 - 4,87 \quad (2.3)$$

де H – висота зубця, мм.

З умови розміщення стружки зубець фрези сточують по висоті на величину до $0,75H$.

Всі типи фрез мають багато спільного в оформленні конструктивних елементів. До загальних конструктивних елементів відносяться: діаметр фрези, посадочні розміри, число зубців, кути тіла зубця і западини, форма зубця і кути різальної частини зубця фрези [10].



Діаметр фрези – важливий конструктивний елемент. Від діаметра фрези залежать відведення теплоти, товщина стружки, число і форма різальних зубців і діаметр посадкового отвору під оправлення. При виборі діаметра фрези необхідно враховувати товщину тіла фрези [10]. Діаметр кола западини між зубцями рахується за

Рисунок 1.4–Конструктивні елементи фрез з гостро-заточеними зубами

формулою [10]:

$$D_1 = (1.6 - 2.5) \cdot d = 2.5 \cdot 32 = 80 \quad (2.4)$$

де d – діаметр отвору фрези, мм. Приймаємо $D_1=80$ мм.

Розмірний ряд діаметрів фрез стандартизований і складається з наступних значень: для торцевих, дискових, кінцевих і циліндричних фрез - 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000 мм, для прорізних і відрізних фрез - 4; 6; 10; 16; 25; 32; 40; 62; 100; 160; 250; 400; 630; 1000 мм [10].

Приймаємо $D=100$ мм, з цього ряду [10].

Посадкові розміри насадних -діаметр внутрішнього отвору, шпонкова канавка і виточка, розміри шпонкового з'єднання, показані на (Рисунку 2.5). [11]

Діаметр внутрішнього отвору приймаємо $d=32$ згідно до таблиці 2.2

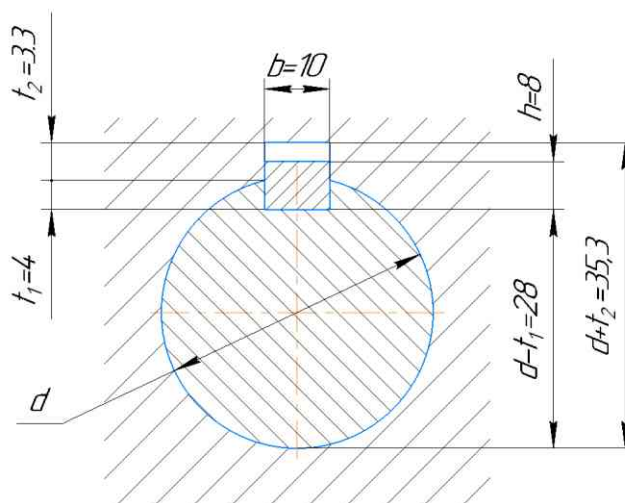


Рисунок 2.5–Схема шпонкового з'єднання фрези фасонної циліндричної [11]

Посадковий діаметр стандартизований, але не більше 60 мм. Точність виготовлення посадочних отворів повинна відповідати 7-му квалітету, а для високоточних зуборізних фрез - 5-му квалітету (ГОСТ 25347-82) [11].

Таблиця 2.2– Посадкові розміри фрез [11]

Діаметр фрези D,мм	Діаметр отвору(оправки) d,мм	Ширина пазу, b (відхилення по f9)	Губина пазу, c (відхилення по H9)
40...50	16	4	17,7
63	22	6	24,1
63	27	6	25,4
80...100	32	8	34,8
100...125	40	10	45,3
125...160	50	12	53,5
250...630	60 з виточкою	14	64,2

Число зубців Z у різних фрез залежить від характеру їх роботи і режиму різання. На одному і тому ж діаметрі можна застосовувати більшу або меншу кількість зубців. При малому числі Z міцність і масивність зубців зростають, обсяг стружкової канавки також зростає, а це призводить до можливості

збільшення подачі на зубець, покращенню відводу тепла, збільшенню числа переточувань. Однак при цьому знижується кількість одночасно працюючих зубців, погіршується рівномірність фрезерування.

Тому на практиці для конкретного типу фрези існують рекомендації при виборі числа зубців [10]:

$$Z = m \cdot \sqrt{D} = 0.8 \dots 2.8 \cdot \sqrt{100} = 20 \quad (2.5)$$

де $m = 0,8 \dots 2,8$ - емпіричний коефіцієнт, що залежить від умов роботи і типу фрези. [10]

Значення коефіцієнта m приведено [10,табл. 2.2]

У разі застосування фрез у масовому виробництві число зубців Z можна визначити в залежності від прийнятих режимів різання по розміщенню стружки: [10]

$$Z = \frac{0.2 D}{\sqrt{S_{max} \cdot t_{max}}} \quad (2.6)$$

- для циліндричних і дискових[10].

$$Z = \frac{0.6 D}{\sqrt{S_{max} \cdot t_{max}}} \quad (2.7)$$

- для торцевих [10].

Максимальне число зубців фрези може бути визначено в залежності від ефективної потужності обладнання. При обробці заготовок зі сталі число зубців циліндричних, кінцевих фрез, дискових і прорізних фрез, можна визначити за такою формулою [10]:

$$Z_{max} = \frac{N_{\epsilon\phi}}{3,5 \cdot 10^{-5} \cdot t^{0.86} \cdot n \cdot B \cdot S_z^{0.72} \cdot D^{0.14}} \quad (2.8)$$

-торцевих фрез по вираженню [10]:

$$Z_{max} = \frac{N_{\epsilon\phi} \cdot D^{0.1}}{4,22 \cdot 10^{-5} \cdot t^{0.95} \cdot n \cdot B^{1.1} \cdot S_z^{0.8}} \quad (2.9)$$

При обробці заготовок з чавуну число зубців циліндричних, кінцевих, дискових, прорізних і відрізних фрез можна визначити за виразом [10]:

$$Z_{max} = \frac{N_{\epsilon\phi}}{1,54 \cdot 10^{-5} \cdot t^{0.83} \cdot n \cdot S_z^{0.65} \cdot BD^{0.17}} \quad (2.10)$$

де N – потужність головного двигуна;

h – ККД верстата

$N_{\epsilon\phi}$ – ефективна потужність верстата

Профілі зубців фрез повинні мати певну міцність, забезпечувати максимально можливе число переточувань і достатній простір для розміщення стружки при максимальному сточуванні по задній поверхні. Число зубців і їх крок залежать від діаметра фрези, умов експлуатації (чорнове або чистове фрезерування), властивостей оброблюваного матеріалу [10].

При чорновому фрезеруванні слід забезпечити високу міцність зубця при роботі зі збільшеними подачами і необхідну площу стружкової канавки. У цьому випадку застосовують фрези з окружним кроком зубців $t_{кр} > 10$ мм, які називають фрезами з великими зубцями, що застосовують у тих випадках, коли $t > 1$, де t -глибина фрезерування, мм; S_z - подача на зубець, мм [10].

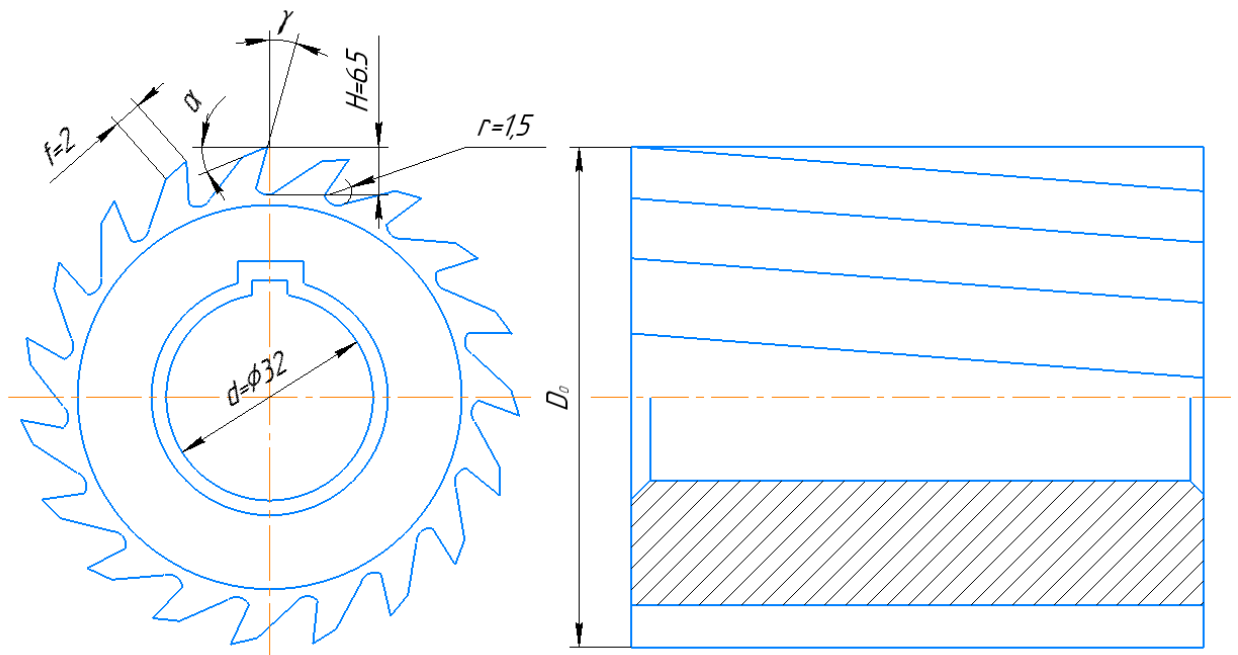


Рисунок 2.6 –Схема фрези :

висота зубця (H), фаска зубці (f), передній кут(γ),задній кут (α),

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

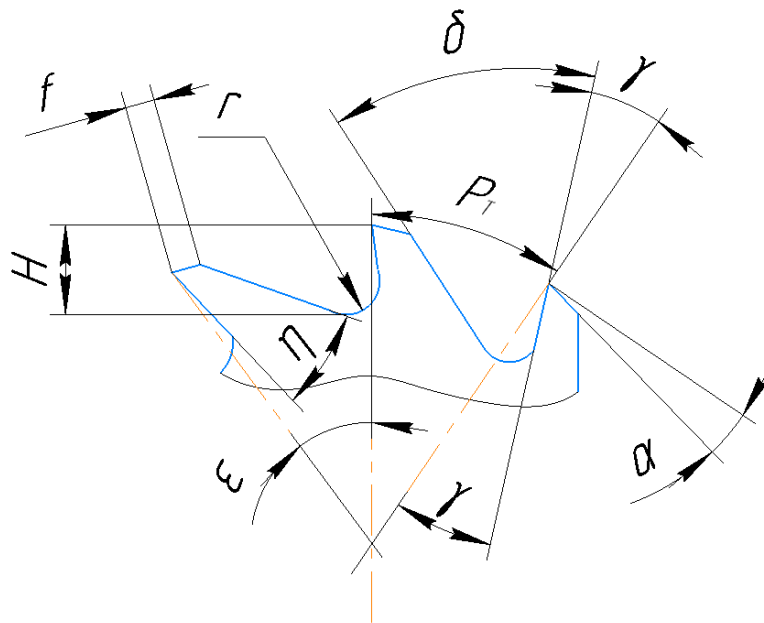


Рисунок 2.7–Трапецеїдальна форма профілю

Залежно від кроку застосовують три типи профілів зубців. Для фрез із дрібним зубцем прийнята трапецеїдова форма профілю (рис. 2.7) [10].

Кут тіла зубців може бути прийнятий $\eta = 47 \dots 52^\circ$ [10].

Приймаємо $\eta = 32^\circ$ з погодженням головного інженера [10]

Кут стружкової канавки рахується за формулою [10]

$$\delta = \eta + \varepsilon = 32^\circ + 18^\circ = 50^\circ, \quad (2.11)$$

де η – кут тіла зубця;

ε – кутовий крок зубців.

Відповідно, кутовий крок зубців рахується за наступною формулою (2.12):

$$\varepsilon = \frac{360^\circ}{Z} = \frac{360^\circ}{20} = 18^\circ \quad (2.12)$$

де Z – кількість зубців

Приймаємо $Z=20$ зубців [10].

Ширина вершини зубця може бути $f = 0,5 \dots 2$ мм, а радіус заокруглення для западини $r = 0,5 \dots 2$ мм, що виключає утворення тріщин при термічній обробці.

- Приймаємо ширину вершини зубця $f=2$ мм, радіус заокруглення для западин $r_1=1$ мм[10]

Висота зубця рахується за наступною формулою (2.13) [10]:

$$H = (0,5 \dots 0,65) \cdot t_{\text{окр}} = 0,65 \cdot 10 = 6,5 \quad (2.13)$$

де $t_{\text{окр}}$ – коловий (окружний) крок.

У фрез з гвинтовими і косими зубцями кут розглядають в площині, перпендикулярній до напрямку зубців. У цьому випадку, $d=h-e_i$ e_i -де кут, відповідний кроці зубців при наведеному їх кількості z_i , $e_i = 360 / z_i = 18$, $Z_i = Z / \cos^3 w$

Крок зубців рахується за наступною формулою (2.14) [10]:

$$t = D \cdot \sin \frac{180}{z} = 100 \cdot \sin \frac{180}{20} = 15.64 \quad (2.14)$$

Фрези з трапецієвидною формою профілю зубця допускає 6...8 переточувань.

Кут нахилу гвинтових зубців підвищує чистоту обробленої поверхні, забезпечує рівномірність процесу фрезерування і створює певний напрям для виходу стружки [10].

Напрямок гвинтових зубців вибирається в залежності від конкретних умов роботи, так при фрезеруванні глухих пазів фрезами правого обертання (рис. 2.3, а, б) слід застосовувати правий напрям гвинтових зубів, а при лівому обертанні фрези - лівий напрям гвинтових зубців (стружка відводиться вгору) [10].

Задній кут призначений для усунення тертя задньої поверхні зубця про оброблювану поверхню в процесі різання [10].

Головний задній кут задають в нормальному перетині до осі циліндричної або кутової фрези [10]:

- для фрез з дрібними зубцями (чистових) = 16;
- для фрез з великим зубцем = 12;
- для фрез дискових, прорізних (шліцьових) = 30;
- для фрез з твердого сплаву = 5 ... 8.

Задній кут у нормальному перетині на гвинтових зубцях визначається за формулою (2.15) [10]:

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos w} \quad (2.15)$$

Передній кут призначений для зменшення навантаження на різальну кромку в процесі різання. Він вибирається в залежності від фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу і характеристики матеріалу інструмента. Значення передніх кутів у нормальному перетині наведені в табл. 2.3 [10].

Таблиця 2.3 –Значення передніх кутів фрез[10]

Оброблюваний матеріал		Значення кута γ для фрез	
		Швидкорізальних	Твердосплавних
Сталі	σ_B до 600МПа	20	15
	σ_B до 600...1000МПа	15	+5...-5
	$\sigma_B > 1000$ МПа	12...10	-10...-15
Чавун		5...15	+5...-5

Приймаємо передній кут $\gamma = 12^\circ$ згідно таблиці 2.3[10]

Для того, щоб інструмент працював правильно, і добре впливав на оброблювану поверхню потрібно, щоб він створював таку стружку як нам потрібно. Дуже важливим фактором є те, як стружка буде сходити по передній поверхні (гладенько), щоб це забезпечити, потрібно зробити передній кут дуже великим, поверхня повинна бути гладкою і використовуватися МОР [10].

Для фрез з гвинтовим зубцем вибір переднього кута пов'язаний з кутом нахилу різальних зубців. Зі збільшенням кута нахилу зубців різниця між фактичним переднім кутом (в перерізі перпендикулярному осі фрези) і кутом в нормальному перетині різко зростає. Її можна визначити за формулою [10].

Кут можна вибирати в межах $5 \dots 15^\circ$ для фрез з $w = 40 \dots 60^\circ$. При цьому фактичний передній кут виявиться досить великим (табл. 2.5) при мінімально допустимому ослабленні різальної кромки, що особливо важлива при конструюванні фрез для обробки високоміцних матеріалів [10].

До геометрії нашої фрези використовуємо наступні кути :

- задній кут у вершинній точці $\alpha = 10^\circ$;
- передній кут $\gamma = 12^\circ$;
- кут нахилу різальної кромки $\lambda = 10^\circ$;
- ширина вершини зубця $f = 2\text{мм}$;
- висота зубця $H = 6,5\text{мм}$;
- кутовий крок зубців $\varepsilon = 18^\circ$;
- кут стружкової канавки рахується $\delta = 50^\circ$;
- кут тіла зубця, приймаємо $\eta = 32^\circ$;
- радіус заокруглення для западини $r = 1\text{мм}$.

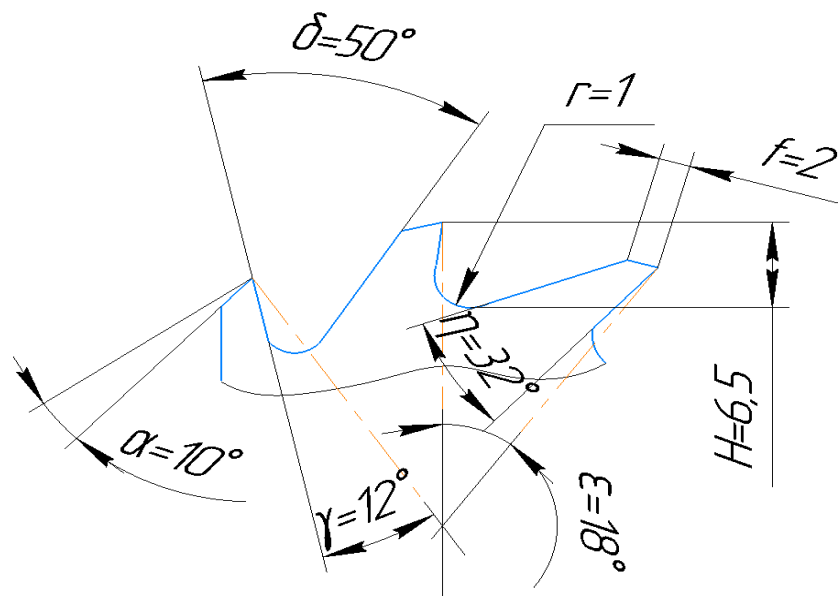


Рисунок 2.8-Прийнята геометрія фрези фасонної циліндричної

Головний задній кут α° .- це такий кут, який знаходиться між головною задньою поверхнею і площиною різання [12].

Передній кут γ - це такий кут, який знаходиться між передньою поверхнею інструмента і площиною, яка перпендикулярна до площини різання, проведена через головну різальну кромку [12].

Кут нахилу різальної кромки лямда (λ)– це кут, який утворюється різальною кромкою і лінією, яка проведена через вершину зубця паралельно основній площині [12].

2.2.2 Профілювання фрези фасонної циліндричної

Профілювання фрези фасонної циліндричної виконуємо за допомоги поданої методики профілювання затилованих фрез

Профілювання зубців полягає в тому, щоб знайти розміри профіля фрези по передній поверхні (форму і розміри різальних кромок фрези) і знаходженні задній поверхні в осьовому перетині. Форма кромки визначається з умови створення в результаті фрезеруванні заготовки деталі [4].

При фрезеруванні прямих канавок рух фрези відносно заготовки складається з двох рухів.: 1) це обертання фрези навколо своєї осі [4];

2) поступального руху фрези – рух подачі вздовж фрезеруючої канавки.

В результаті обертання фрези навколо своєї осі різальні кромки її описують в пространстві поверхню обертання. Поверхня обертання різального кромки навколо осі фрези і оброблювана поверхня являється дотикаючими поверхнями. Поверхні I, на якій повинні розміщуватися різальні кромки фрези, може бути знайдена як поверхня обертання, яка дотикається до поверхні виробу. Вісь поверхні I співпадає з віссю фрези, положення якої відносно деталі визначається радіусом D фрези [4].

Шукана різальна кромка знаходиться як на поверхні обертання I, так і на передній площині. Тому вона може бути знайдена як лінія перетину передньої площини зубця фрези і поверхні обертання I. Положення передньої площини відносно поверхні I визначається кутами γ і λ [4].

Далі визначаємо профіль зубця фрези в осьовому перетині, аналізуючи процес затилування. (процес формування задньої поверхні зубця фрези) [4].

В процесі шліфування задньої поверхні, шліфувальний круг описує форму яка буде задньою поверхнею зубця фрези. На цій поверхні розміщується задня кромка фрези. Набір цих ліній створюють задню поверхню фрези. Сукупність точок перетину траєкторії з осьовою площиною буде шуканим осьовим перетином зубця фрези [4].

Графічне профілювання зображено на рисунку 118 [4]

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						46
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні данні :

- 1) Профіль деталі ,це та поверхня яку нам необхідно отримати на виробі при фрезеруванні [4].
- 2) Діаметр фрези та її радіус [4].
- 3) Геометричні параметри різальних частин фрези – кути γ , λ , α у вершиній точці фрези [4].

Потрібно визначити профіль фрези по передній площині та задній

За площини проекцій приймаємо [4]:

1. Площина V, перпендикулярну до осі фрези і паралельну напрямку подачі [4].
2. Площину W, перпендикулярну до напрямку подачі [4]
3. Площину H, перпендикулярну до площин V і W [4].

При вибраній таким чином системі площин проекцій профіль деталей зобразиться на площині W без викривлень. Положення профіля деталі вибираємо так, щоб його базова точка а лежала на площині H. Цю умову приймаємо з цілю спрощення побудови [4].

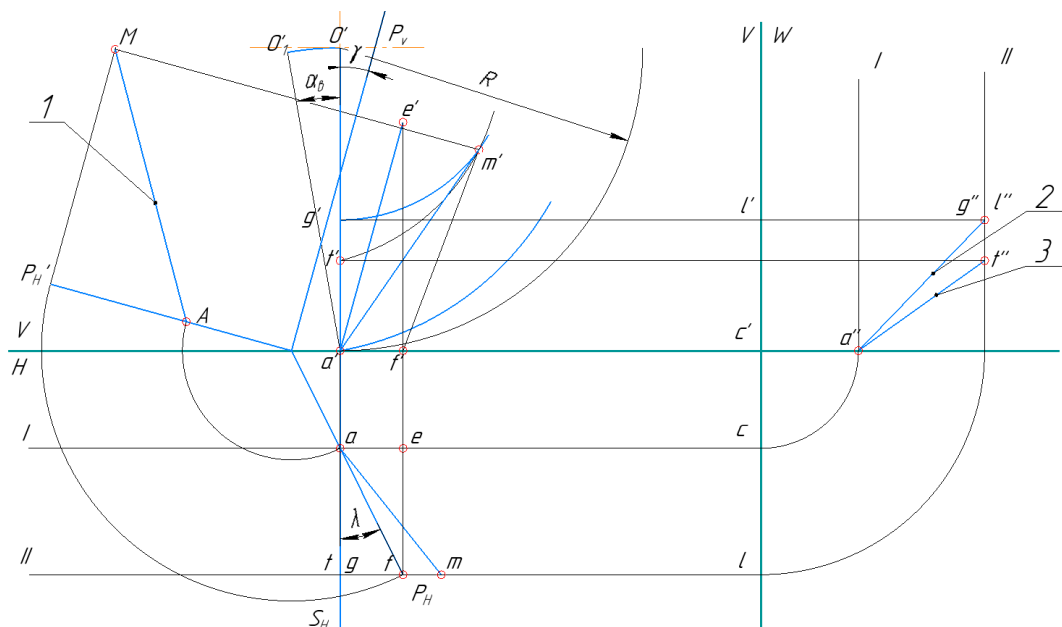


Рисунок 2.9–Профільювання фрез для обробки циліндричних поверхонь.[4]

Базовою точкою профіля найбільш віддалена від осі фрези точка, яка лежить на профілі. Тоді вісь фрези буде перпендикулярна до площини V і

відстоювати від площини H на відстані, рівному R . Проекція осі фрези на площину $V O'$

Визначимо положення базової точки різальної кромки зубця фрези, яка оброблює базову точку а профіля деталі.

Проведемо через базову точку профіля перетин $I-I$, перпендикулярний до осі фрези. Цей перетин, з одної сторони, пересіче оброблювану поверхню по прямій AC , з іншої сторони, пересіче поверхню I по колу [4].

Люба точка різальної кромки, а отже і базова точка A , лежить на поверхні I .

В процесі фрезерування поверхня I дотикається оброблюваної поверхні. Тому в перетині $I-I$ шукаюче коло буде коло AD , дотикаючої до прямої AC . Базова точка різальної кромки фрези може бути вибрана на колі AD [4].

Доцільно для спрощення графічного профілювання за базову точку приймають точку A яка доторкається AD і прямої AC , яка лежить в площині H . тим самим профілюючий зуб фрези фіксується в даному положенні. При вибраному положенні базової точки передня площина фрези визначається кутами γ і λ . Передній кут γ характеризується положенням фронтальної прямої AE (проекції її позначені ea і $a'e'$) в передній площині P фрези. Кут вимірюється в перетині $I-I$ і проекціюється в натуральній величині V . Кут нахилу λ характеризує положення горизонтальної прямої AF (проекції її af і $a'f'$), лежить в тій же передній площині P . Цей кут проекціюється в натуральну на площину H [4].

Дві перетинаючі в базовій точці прямі AF і AE цілком визначаються положенням передньої поверхні P , сліди якої позначені через P_v і P_h [4].

Щоб знайти, окрім базової точки a , інші точки різальної кромки, використаємо спосіб перетину площинами, перпендикулярно до осі фрези [4].

Перетинаючі площини проводимо через точки, які визначають форму профіля виробу. Так через точку G проведено перетин $II-II$ Лінія перетину $II-II$ і оброблюваної поверхні буде GL . Коло GM яке торкається до цієї лінії буде,

лінією перетину поверхонь обертання і перетину поверхні обертання I і переріз II-II, так як поверхня I доторкається оброблюваної поверхні [4].

Переріз II-II, перетинається з передньою площиною P, дає пряму MF (проекції її $m'f$ і $m''f$). Точка M перетину прямої MF (в передній площині) і кола GM (на поверхні I) буде шуканий точкою різальної кромки, яка розташована на лінії перетину поверхней I і передньої площини P_v [4].

Подібним чином знаходяться і інші точки різальних кромок фрези. Правдива величина різальної кромки МА знаходиться знаходиться способом зміщення перенесеної площини P з вертикальною площиною шляхом повороту площини P навколо її вертикального сліду [4].

Для визначення осевого перетину зубця фрези необхідно через всі знайдені точки різальної кромки провести криві затилювання (в нашому випадку вони прямі, тобто перпендикулярно радіусу точки O₁ [4].

Центр O₁ цих кіл на площині V вибирається на прямій, яка складає кут α з радіусом базової точки o'a'. Відстань від базової точки до центру O₁ приймається рівною радіусу фрези. Криві затилювання проєкціюються без викривлення на площину V. На площині H і W вони проєкціюються на відповідні сліди перетинів I-I і II-II. Сукупність кривих, проведених через всі точки різальних кромок, утворюють поверхню зубця фрези. Розрізаючи цю площину одна з осевих площин, отримуємо шуканий осевий перетин зубця – профіль фрези в осьовому перетині [4].

Для простоти побудови за переріз за січну площину візьмемо площину S, проходячу через вісь фрези паралельно площині W. В цьому випадку на площині W осевий перетин буде проєкціюватися в натуральну величину. Базова точка A різальної кромки лежить у вибраному осьовому перетині. Для відшукування другої точки розглядаємо II-II перетин, в якому розташована крива затилювання MT. Цей же перетин II-II пересікає осеву площину S по прямій TG [4].

Точка Т (проекції її позначені t і t') перетин прямої TG з кривою затилювання MT і і буде другою шукаючою точкою осевого перетину зубця фрези [4].

Профіль якого потрібно досягти зображений на (рисунку 1.2).

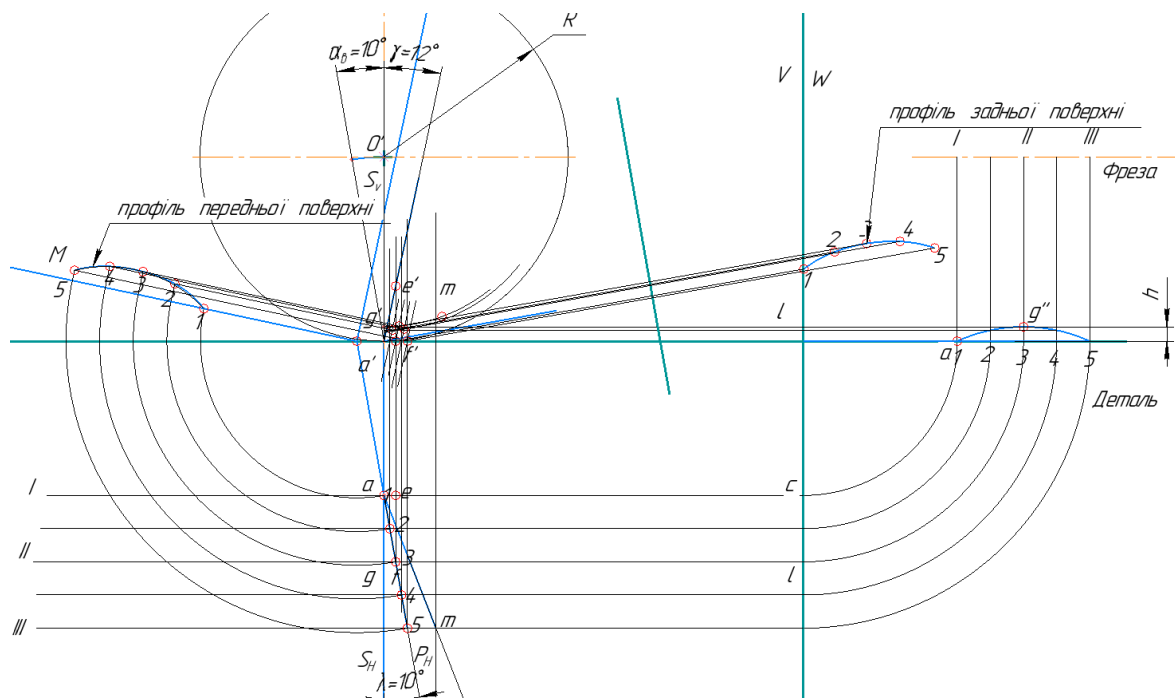


Рисунок 2.10–Профільювання фрези фасонної циліндричної.

Маючи приклад профільювання затилованих фрез для обробки циліндричних поверхонь, було проведено профільювання фрези фасонної циліндричної, яке показано на рисунку 2.10.

Заміна дуги колом наведе на в додатку Б.

2.2.3 Технічні вимоги на виготовлення фрези

Окрім креслення, даними проектування інструментів є технічні аспекти, які є вимогами до розроблюваного інструмента [13].

Користуючись ГОСТ 9305-93 (ISO 3860-76) [13].

Головні розміри фрез повинні відповідати розмірам на малюнку [13]

Дивитись Рисунок фрези [13, тип 1, тип 2, тип 3]

Фрези повинні бути виготовленні за вимогами діючого стандарту, за робочим креслеником [13].

Твердість робочої частини з швидкорізальної сталі повинна бути повинна бути 63 ... 66 HRCe [13].

Твердість робочої частини фрези з швидкорізальної сталі з складом ванадія 3% і більше, кобальта 5% і більше, - вище на 1-2 одиниці HRCe [13].

Параметри шорсткості поверхні фрези по ГОСТ 2789 не повинні бути більше, мкм: [13]

-передньої поверхні ріжучої частини (витримується на висоті не більше $\frac{1}{2}$ висоти зубця фрези)Rz 3.2;

-поверхні посадочного отвору і опорних торців Rz 1,25;

-затілової поверхні спинок зубця, поверхні стружкової канавки і бокових поверхонь шпонкового пазу Rz 10.

Допуск на биття опорних торців відносно осі, посадкового отвору при перевірці на оправці -0,03мм [13].

Допуск радіального биття зубців по профілю відносно осі, посадочного отвору, при перевірці на оправці :0,03мм для двох суміжних зубців, 0,06 мм за один оберт фрези [13].

Допуск торцевого биття зубців відносно осі посадкового отвору не 0,03мм для фрез діаметром до 80мм; 0,04мм для фрез діаметром більше 80мм [13].

Допуск радіального биття по зовнішньому діаметру фрези відносно осі посадочного отвору для фрез типів 2 і 3 -0,08мм[13].

Допуск симетричності профіля зубця в радіальному вираженні відносно площини симетрії опорних торців фрези-1/2 допуску на ширину фрези.

Середній і 95% період витривалості ввігнутих і випуклих фрез при умовах використання [13, табл.5].

На торці кожної фрези повинен бути чітко нанесений товарний знак підприємства, позначення фрези, діаметр фрези, радіус профіля фрези, марка сталі [13].

Правила прийомки – по ГОСТ 23726

Випробування фрез- це середній період витривалості, який слід проводити один раз у три роки, на 95%-вий період стійкості -один раз в рік не менше чим на п'яти фрезах [13].

Випробування фрез на стійкість повинні проводитися на одному типорозмірі з діапазону діаметрів від 50 до 160 типів 1 і 2 [13].

Випробування фрез на працездатність, середній 95%-вий періоди стійкості впливає проводити на фрезерних станках з використанням допоміжного інструменту, відповідно до установлених для них норм точності і жорсткості.

Випробування фрез слід проводити на еталонах зі сталі 45 по ГОСТ 1050 твердістю 187...207НВ [13].

Еталони для використання фрез тип 2 повинні мати вже оброблені прямолінійні кути, виступи шириною, рівною двом радіусам профіля ввігнутої фрези, висотою, рівною радіусу профіля. Допуск на ширину і висоту не повинен бути більше, ніж 1мм [13].

Випробування фрез типів 1 і 2 на працездатність, середній і 95%-вий періоди стійкості повинні проводитися на режимах різання, вказаних в [13,таб.6]

В якості охолоджуючої рідини слід використовувати 5-30%-ний розчин, розчин емульсола в воді з витратами не менше 5 л /хв [13].

Сумарна довжина фрезерування при використанні працездатності повинна бути для фрез із сталі Р6М5 не менше 300мм, для фрез із сталі 9ХС- не менше 150мм [13].

Після випробувань на працездатність фреза не повинна кришитися і не мати зім'ятих різальних кромek, повинна бути придатна для подальшої роботи.

Прийняті значення середнього і 95%-вого періодів стійкості повинні бути не менше вказаних в таблиці 2.4 [13].

Таблиця 2.4–Період стійкості

Матеріал фрези	Прийняте значення періодів стійкості	
	Середній	95%-вий
Р6М5	134	53
9ХС	56	22

Контроль твердості слід проводити у відповідності с ГОСТ 9013

Твердість робочої частини фрез проварюється (зварюється)на торці на відстані не більше 5мм від різальних кромek [13].

Контроль параметрів шорсткості поверхні фрез слід проводити порівнянням з еталоном шорсткості по ГОСТ9378 чи зразковим інструментом, який має граничні значення параметрів шорсткості поверхонь не більше вказаних в 2,5.

Порівняння відбувається візуально за допомогою лупи ЛП-1-4^х по ГОСТ 25706 [13].

Зовнішній вид фрези контролюють візуально [13].

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист 53
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

При контролі розмірів і параметрів фрез слід використовувати методи і прилади вимірювання, похибка, яка не перебільшує [13]:

- при вимірюванні граничних розмірів -значень по ГОСТ 8,051 [13];
- при вимірюванні кутових розмірів -35% допуски на перевіряючий параметр [13];
- при контролі форми і розташуванні поверхонь-25% допуску на перевіряючий параметр [13].

Транспортування і зберігання

Транспортування і зберігання – по ГОСТ 18088 [14]

1.1. Пакування повинно проводитися відповідно до вимог цього стандарту і ГОСТ 23170-78 за категоріями [14]:

КУ-1 - для слюсарно-монтажного інструменту;

КУ-2 - для решти інструменту.

1.2. Інструмент може бути піддано тимчасовому протикорозійному захисту і пакуванню [14].

Для захисту від корозії поверхонь інструментів повинні застосовуватися такі варіанти тимчасового протикорозійного захисту по ГОСТ 9.014-78; ВЗ-1, ВЗ-2, ВЗ-4, ВЗ-7, ВЗ-8, ВЗ-12, ВЗ-13, ВЗ-14 і ВЗ-15 [14].

Варіант внутрішньої упаковки - ВУ-1 по ГОСТ 9.014-78 [14].

За погодженням із споживачем для слюсарно-монтажного інструменту допускається ВУ-0 по ГОСТ 9.014-78 [14].

Інструмент повинен бути упакований в індивідуальну або групову споживчу тару, яка захищає його від впливу кліматичних факторів зовнішнього середовища, порушень консервації та захисно-декоративних покриттів [14].

Інструмент або споживча індивідуальна або групова тара повинні бути з ним щільно укладені в транспортну тару: дерев'яні ящики по ГОСТ 15623-84 і ГОСТ 15841-88, ящики з гофрованого картону по ГОСТ 22852-77, універсальні контейнери по ГОСТ 15102-75, ГОСТ 18477 -79, ГОСТ 20435-75, ГОСТ 22225-76, спеціалізовані контейнери по ГОСТ 26380-84, піддони ящиків

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						54
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

по ГОСТ 9570-84 і інший нормативно-технічної документації, затвердженої в установленому порядку, багатооборотні полімерні ящики та інші багатооборотні тари по нормативно технічній документації, затверджені в установленому порядку, а також в автофургонах [14].

Як транспортна тара допускається застосовувати дерев'яні ящики згідно з ГОСТ 2991-85, ГОСТ 5959-80, ящики з гофрованого картону згідно з ГОСТ 9142-84 [14].

При залізничних перевезеннях маса вантажного місця повинна бути не менше 20 кг [14].

Пакування інструменту, призначеного для районів Крайньої Півночі і важкодоступних районів, - по ГОСТ 15846-79, група 61 [14].

Маркування[14]

Маркування інструменту повинно проводитися відповідно до вимог стандартів на конкретні види інструменту [14].

Знаки маркування повинні бути рівними, чіткими, що не порушують якість поверхні [14].

2.3. На поверхні споживчої індивідуальної чи групової тари з інструментом, призначеним для продажу через торгову мережу, або на етикетці, що наклеюється в місці, зручному для огляду, або на етикетці (паспорті), вкладеної в прозору або роз'ємну (на кнопках, блискавках і т.д.), непрозору споживчу тару, повинні бути нанесені такі дані [14]:

- а) найменування або товарний знак підприємства-виготовлювача;
- б) найменування інструменту і позначення нормативно-технічного документа;
- в) кількість кожного типорозміру інструменту;
- г) штамп технічного контролю;
- д) дата пакування;
- е) номер пакувальника;
- ж) артикул;
- з) ціна.

Етикетка повинна бути виконана друкарським способом, машинописом, штампом або іншими способами оперативного розмноження. На основі змінних даних допускається проставляти штампом, компостером або розбірливо вписувати від руки. На етикетках інструменту, атестованого на державний знак якості, має бути його зображення в порядку, встановленому Держстандартом СРСР [14].

(Введено додатково, Змін. N 1) [14].

2.4. У споживчу тару з алмазним інструментом повинен бути вкладений супровідний документ з відомостями по п.2.2, повною характеристикою інструменту і штампом технічного контролю [14]. 2.5. У транспортну тару повинен бути вкладений пакувальний лист з відомостями, зазначеними в п.2.2, для інструменту, призначеного для продажу через торгову мережу, - з відомостями, зазначеними в п.2.3 [14].

У разі пакування в одну транспортну тару різного інструменту в пакувальному листі необхідно вказувати найменування інструменту і позначення нормативно-технічного документа [14].

2.6. На кожне вантажне місце повинно бути нанесене транспортне маркування (необхідні маніпуляційні знаки, основні, додаткові та інформаційні написи) по ГОСТ 14192-77 [14].

Місце і спосіб нанесення транспортного маркування, розмір ярлика - по ГОСТ 14192-77 [14].

2.5, 2.6. (Змінена редакція, Зм. N 1) [14].

Інструмент транспортується усіма видами транспорту згідно з правилами перевезень вантажів, що діють на цих видах транспорту. Транспортування інструменту виробляють пакетами з урахуванням вимог ГОСТ 24597-81 і ГОСТ 19848-74, а також в універсальних конт [14].

Транспортування повинно проводитися критими транспортними засобами.

3.2. Пакети повинні бути сформовані за допомогою одноразових засобів пакування: одноразових піддонів по ГОСТ 26381-84, сталеві стрічки по

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						56
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ГОСТ 3560-73, ГОСТ 503-81, ГОСТ 6009-74, дроту по ГОСТ 3282-74 або термоусадочної поліетиленової плівки по ГОСТ 25951- 83 для ящиків з гофрованого картону, а також багаторазового використання пакування по ГОСТ 9557-87, ГОСТ 9078-84, ГОСТ 9570-84 та іншої нормативно-технічної документації, затвердженої в установленому порядку, і коштів скріплення відповідно до ГОСТ 21650-76.

При формуванні транспортних пакетів для забезпечення захоплення вантажно-розвантажувальними механізмами ящики в нижньому ряду пакета повинні мати полози або бруски висотою не менше 50 мм або прокладки по ГОСТ 22322-77 [14].

Зберігання[14]

4.1. Умови зберігання інструменту у виробника і споживача - по групі умов зберігання 2 відповідно до ГОСТ 15150-69 [14].

					ДП.МІ-П7105.00.000 ПЗ	Лист
						57
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.4 Етапи побудови 3Д моделі Фрези фасонної циліндричної в програмі Inventor 2020

На сьогоднішній день нам доступні великі технології моделювання і створення різальних інструментів. Для того щоб створити фрезу фасонну циліндричну, було створено дерево моделювання, яке складається з наступних операцій:

- 1) Створення головних діаметрів фрези 100,32. (Видавлювання);
- 2) Створення канавки (Видавлювання) ;
- 3) Дзеркальний переніс на іншу сторону (Дзеркальне відображення);
- 4) Створення робочої поверхні для Ескізу (Ескіз) ;
- 5) Побудова стружкової канавки (Роб.Площина) ;
- 6) Утворення фасонної поверхні (Обертання) ;
- 7) Формування задньої поверхні (Лофт) ;
- 8) Масив 20 зубців (Масив) ;
- 9) Створення додаткової поверхні і площини для операції 9(Ескіз) ;
- 10) Добудова передньої поверхні (Видавлювання);
- 11) Масив 20зубців (Масив);
- 12) Створення шпонкового пазу (Видавлювання);
- 13) Створення бокової різальної кромки (Видавлювання);
- 14) Дороблення діаметра для операції 2 (Видавлювання);
- 15) Створення іншої бокової різальної кромки(Видавлювання) ;
- 16) Спеціальна операція «Лофт», для операції 15(Лофт) ;
- 17) Створення з'єднань (Сопряжение) ;
- 18) Операція масив 20 зубців (Масив) ;
- 19) Спеціальна операція «Лофт», для іншої сторони (Лофт) ;
- 20) З'єднання кромки (Сопряжение);
- 21) Масив на 20 зубців (Масив);
- 22) Створення фасок (Фаска).

Для побудови фрези фасонної циліндричної використовуємо, Inventor 2020.

Етапи побудови :

-створюємо головні діаметри фрези, видавлюємо їх, рисунок 2.11;

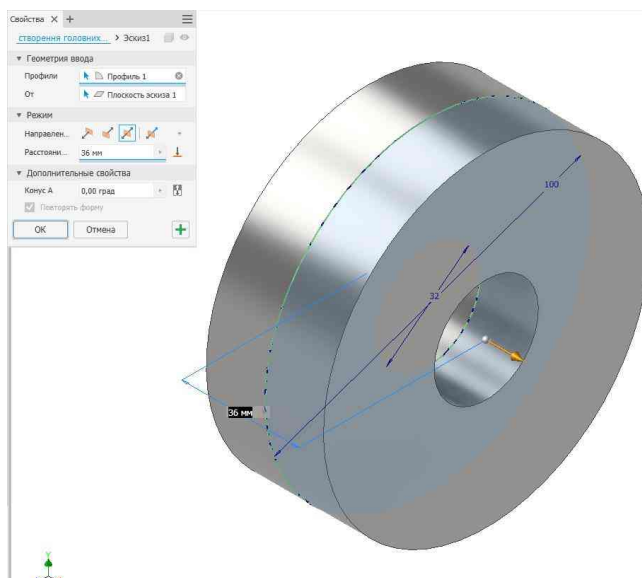


Рисунок 2.11 – Створення головних діаметрів фрези

-повернувши площину на кут десять градусів, створюємо ескіз профілю стружкової канавки, рисунок 2.12;

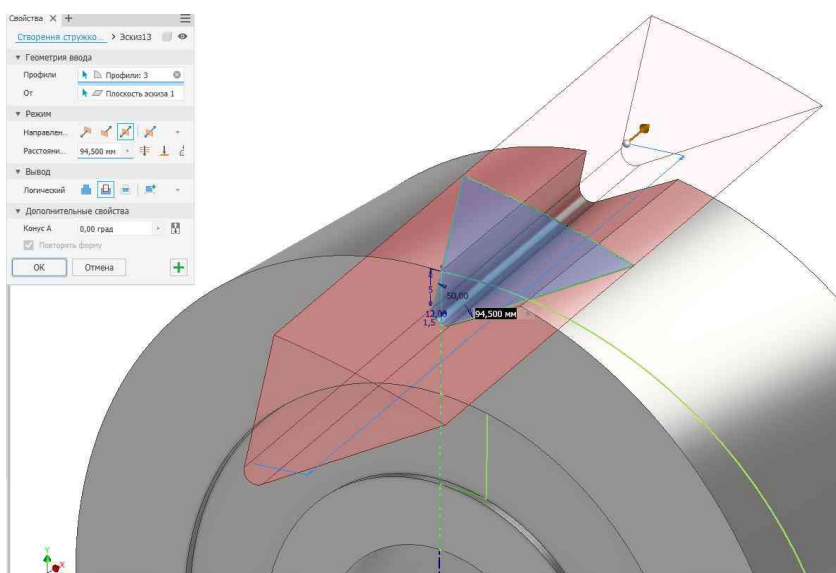


Рисунок 2.12 – Побудова стружкової канавки

-користуємося масивом і робимо 20 зубців;

-пророблюємо фасонний профіль фрези, рисунок 2.13;

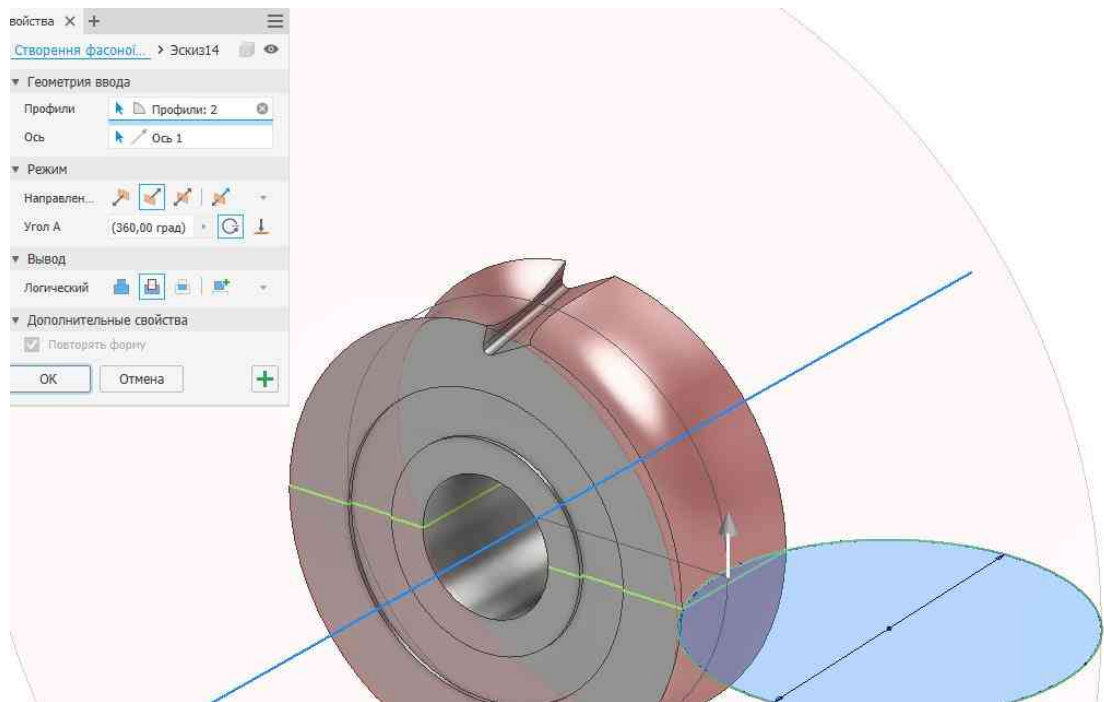


Рисунок 2.13– Утворення фасонної поверхні

-формуємо задню поверхню за допомогою інструмента «лофт», рисунок 2.14;

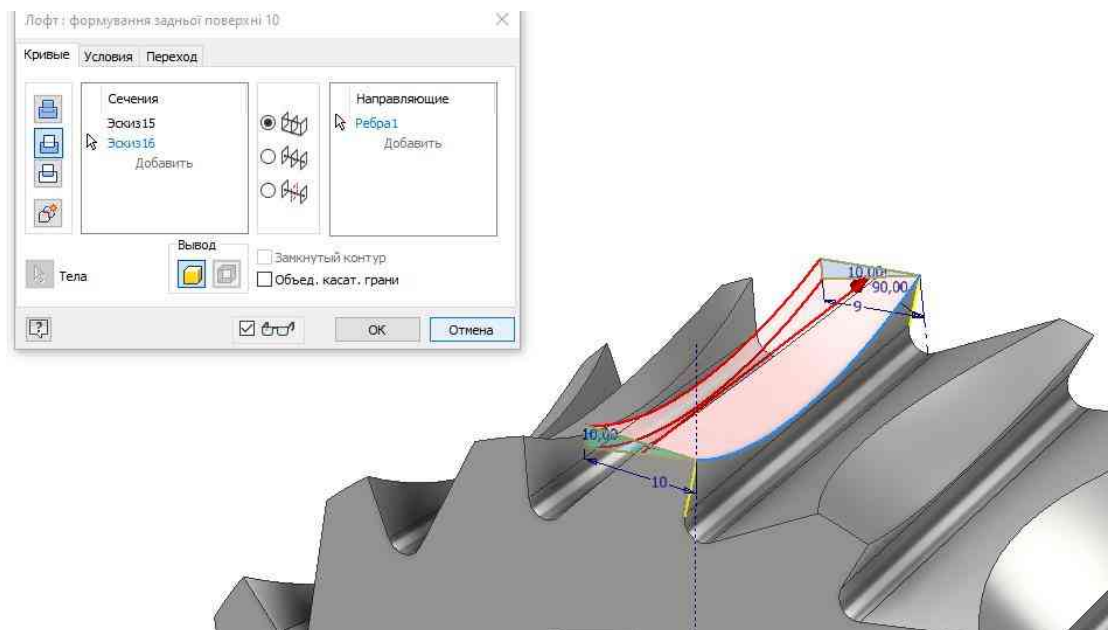


Рисунок 2.14– Формування задньої поверхні

-створюємо шпонковий паз, рисунок 2.15;

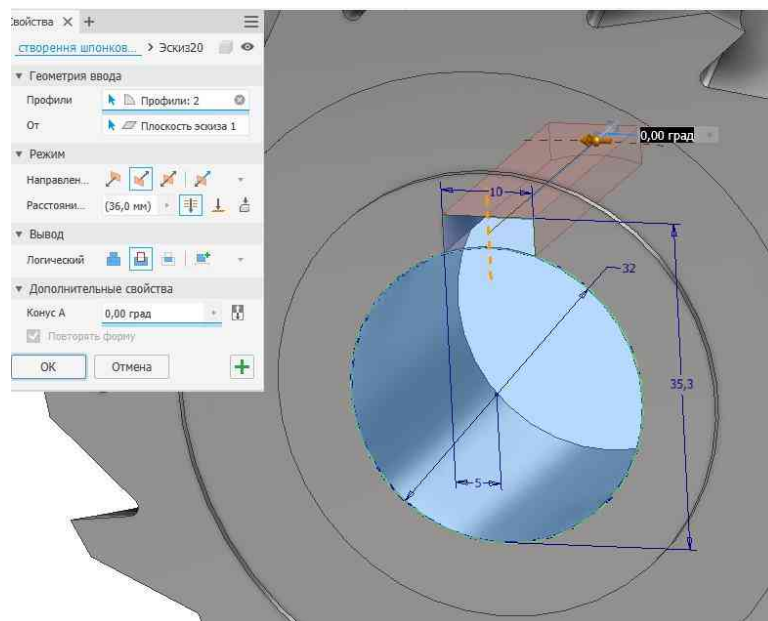


Рисунок 2.15– Створення шпонкового пазу

-за допомогою інструмента «лофт» створюємо бокову різальну кромку, рисунок 2.16.

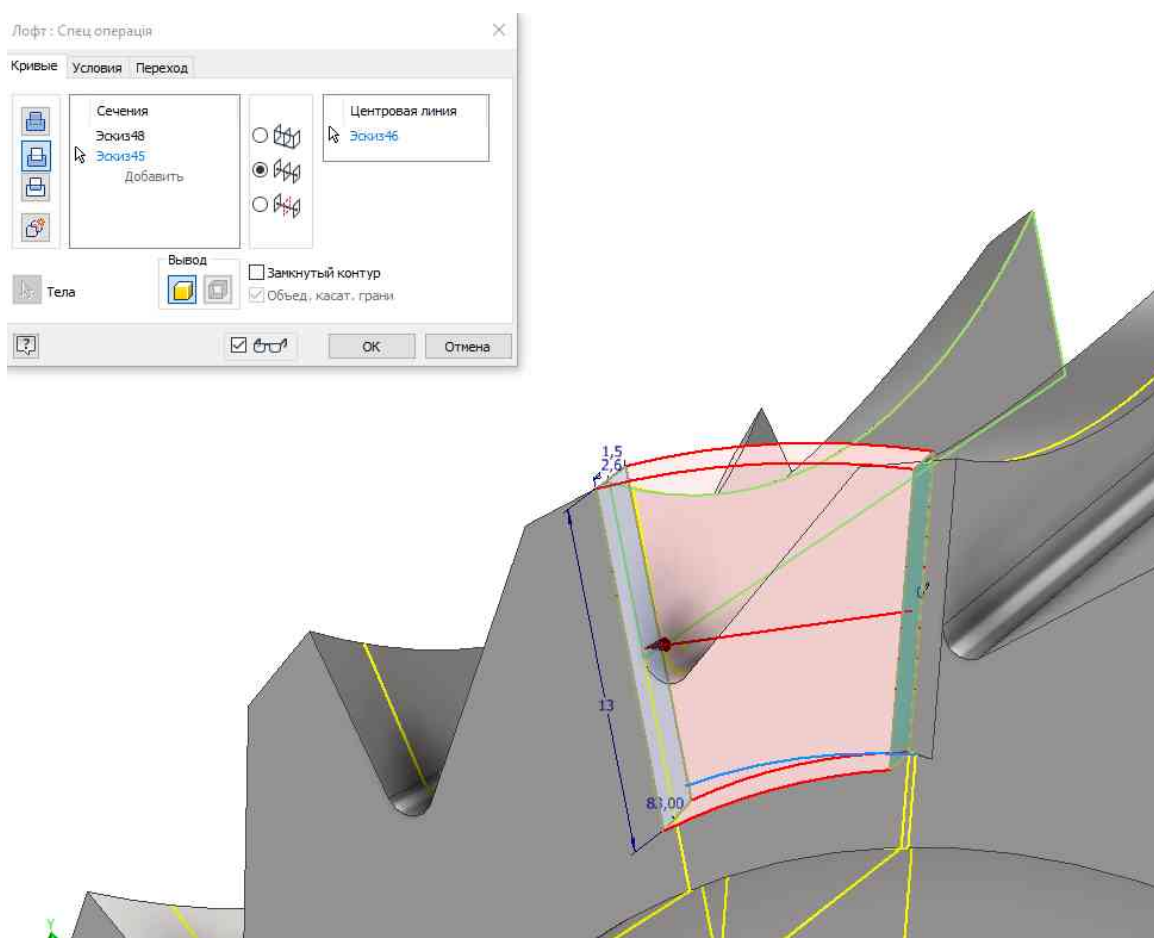


Рисунок 2.16– Специальная операция «Лофт»

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналіз базового технологічного процесу

Цільні циліндричні фрези з гострозаточеними зубцями при виготовленні проходять наступні операції [15]:

- 1.отримання заготовки (різка з прутка, ковка), для поліпшення якості[15];
2. токарна обробка зовнішніх і внутрішніх поверхонь; [15]
3. утворення шпонкової канавки довбанням або протягуванням [15].
4. клеймування [15].
5. фрезерування зубців [15].
6. термічна обробка і очистка [15].
7. шліфування отворів і торців [15].
8. заточка зубців [15].

Фрезерування зубців являється найбільш складною операцією. Робота відбувається на фрезерних станках загального призначення за принципом копіювання профіля однокутової чи двокучової фрези. При великому випуску фрез використовують зубофрезерні станки, на яких працюють методом обкатки [15].

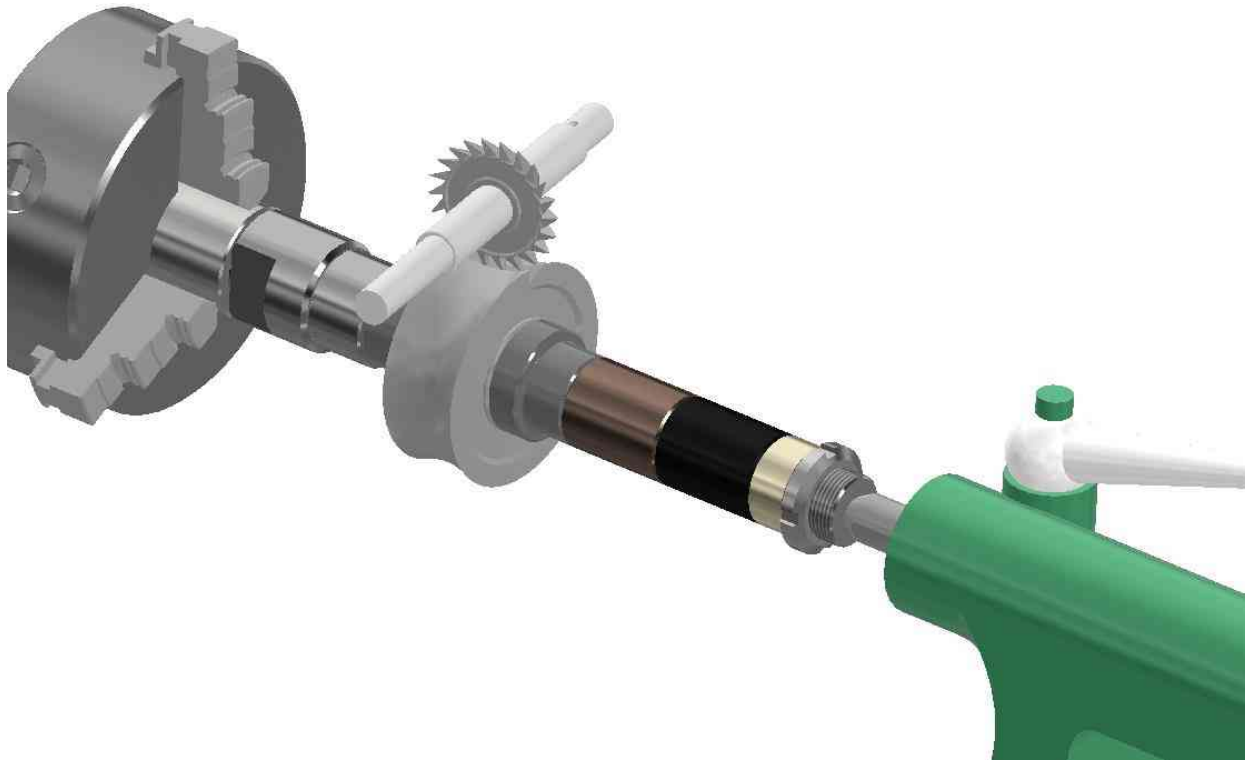


Рисунок 3.1–Фрезерування стружкової канавки

Розташування фрези по відношенню до заготовки показано на рисунку 73

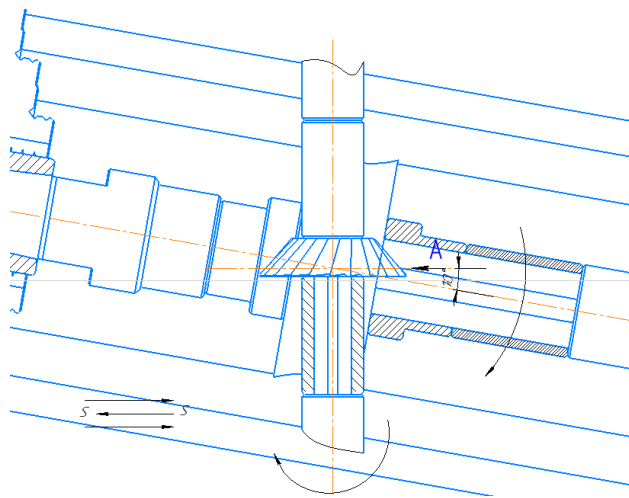


Рисунок 3.2–Схема фрезерування стружкової канавки

При фрезеруванні гвинтових канавок можуть використовуватися двокутові фрези Рисунок 3.2, а так як передня поверхня фрезеруючого зубця представляє собою гвинтову поверхню, в яку однокутова фреза буде врізатися. В залежності від конструкції фрезеруючого зубця може знадобитися операція фрезерування затилочної сторони зубця [15].

Після установки заготовки в центрах стіл станка повертається на кут, відповідний куту нахилу фрезеруючої канавки, і встановлюється в потрібному положенні в поперечному та у вертикальному напрямках [15].

Фрезерування відбувається при вертикальному русі фрези, повздовжньому переміщенні стола і обертанні заготовки, що забезпечує отримання гвинтової канавки. Після закінчення фрезерування однієї канавки повертають стіл у вихідну позицію і за допомогою ділильної головки повертають заготовку в положення, відповідне початку фрезерування наступної канавки [15].

Термічна обробка фрези полягає, в основному, в закальці і відпуску її, після чого фреза очищається від окалин і передається на шліфувальний станок для обробки отворів і торців [15].

Далі відбувається шліфування зубців фрези по переднім поверхням, шліфування по зовнішнім поверхням і заточування зубців зі сторони затилку для створення заднього кута [15].

Заточні операції виконуються зазвичай на універсально заточних станках. Фреза, встановлена на такому верстаті, може переміщуватися відносно шліфувального круга в двох взаємно-перпендикулярних напрямках. Універсально заточний станок має передню задню бабку і універсальну ділильну головку [15].

На рисунку 3.3 показано положення шліфувального круга відносно заточуваної фрези. Для отримання потрібного кута (альфа) центр шліфувального круга (при шліфуванні переферій круга) повинен бути розміщений вище центра фрези на величину D[15]

$$H = \frac{D}{2} \sin \alpha \quad (3.1)$$

Де D – круга в мм.

Упор слугує для фіксації положення заточуваного зубця і для направлення заточування фрез з гвинтовими зубцями [15].

У випадку шліфування торцем круга упор повинен бути поставлений нижче центра фрези, на ту ж величину [15].

Заточка повинна відбуватися шляхом шліфування передньої поверхні.

На рисунку 3.3, а) показано положення шліфованого круга по відношенню до заточуваного зубця, коли передній кут (гама = 0), а на рисунку 3.3,б) положення шліфувального круга відповідає утворенню (кута гама більше 0) . На рисунку 3.3,б) показано взаєморозташування фрези та шліфувального круга [15].

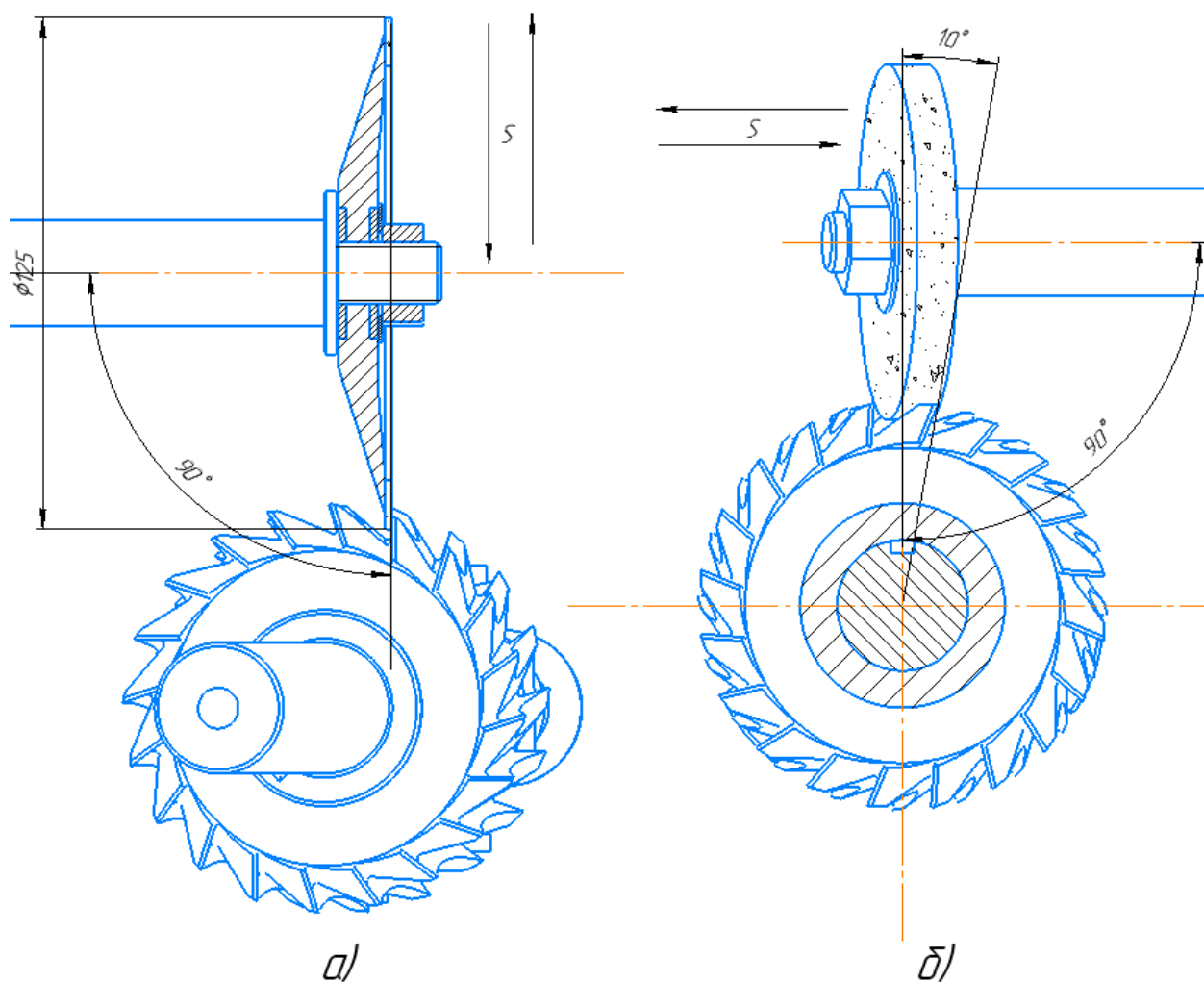


Рисунок 3.3-Поновлення працездатності інструменту

а) Переточування по передній поверхні

б) переточування по задній поверхні

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

3.2 Оптимізація технологічного процесу

Оптимальний маршрут для продуктивного використання обладнання забезпечує технологічний процес.

Технічні вимоги фрези фасонної циліндричної:

- A1. забезпечення високої твердості;
- A2. шорсткість внутрішніх пазів;
- A3 точність виготовлення посадкового отвору;
- A4 забезпечення надійного кріплення на верстаті;
- A5 технологічні операції з мінімальною кількістю;
- A6 можливість використання універсального обладнання;
- A7 мінімізація осьового биття;
- A8 стійкість матеріалу до корозії;
- A9 підвищення строку служби;
- A10 міцність всієї конструкції фрези;
- A11 привабливий вигляд товару;
- A12 економічна вигідність;
- A13 зменшення витрат на транспортування;
- A14 економія основного матеріалу;
- A15 використання допоміжних інструментів другого порядку;
- A16 стійкість до вібраційного руйнування;
- A17 експлуатаційна продуктивність;
- A18 зниження матеріальної забезпеченості при виготовленні;
- A19 простота виготовлення не потребує задіяння кваліфікованого кадру.

3.3 Базовий технологічний процес виготовлення фрези фасонної дискової

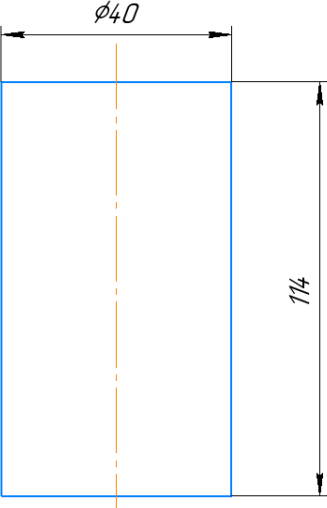
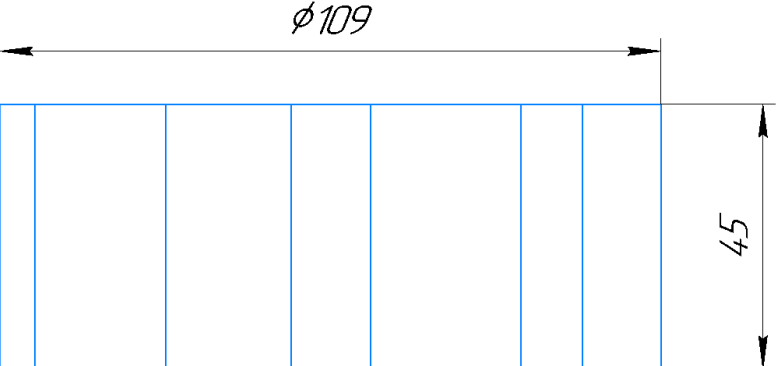
- 005 Заготівельна. Відрізання заготовки сталі Р6М5 під кування;
- 010 Кування. Кування заготовки;
- 015 Термічна. Відпал поковки і чищення окалини;
- 020 Токарна. Обробка торця, отвору, фаски, обточування зовнішньої поверхні;
- 025 Токарна. Підрізання іншого торця, обточування зовнішньої поверхні;
- 030 Довбальна. Довбання шпонкового пазу;
- 035 Слюсарна. Обробка фасок на шпонковій канавці;
- 040 Токарна. Чорнове і чистове обточування зовнішньої поверхні;
- 045 Фрезерувальна. Фрезерування стружкових канавок) ;
- 050 Термообробка. Гартування (твердість 62 ... 65 HRC) ;
- 055 Шліфувальна. Шліфування отвору і торця;
- 060 Шліфувальна. Шліфування другого торця;
- 065 Заточна. Заточування передньої поверхні;
- 070 Шліфувальна. Шліфування по зовнішньому діаметру $\varnothing 87$;
- 075 Заточна. Заточка задньої поверхні і профіля;
- 080 Заточна. Заточування торців фрези;
- 085 Контрольна. Перевірка всіх габаритних розмірів та геометричних параметрів;
- 090 Маркувальна. Маркування товарного знаку V(Візар), діаметру фрези $\varnothing 100$, матеріалу Р6М5 радіус 45,3.

3.4 Маршрутний технологічний процес виготовлення Фрези

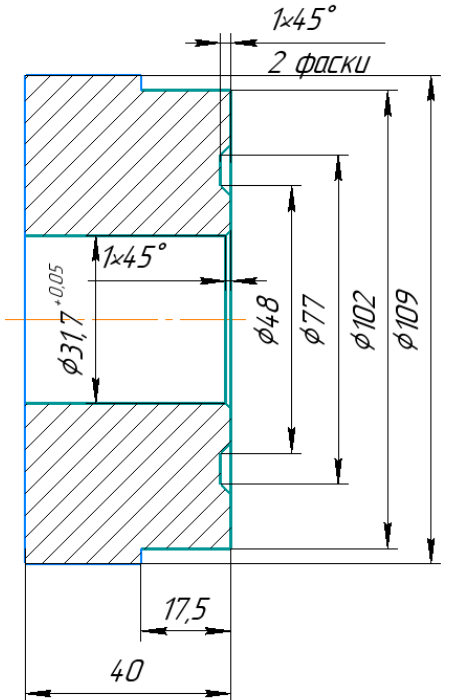
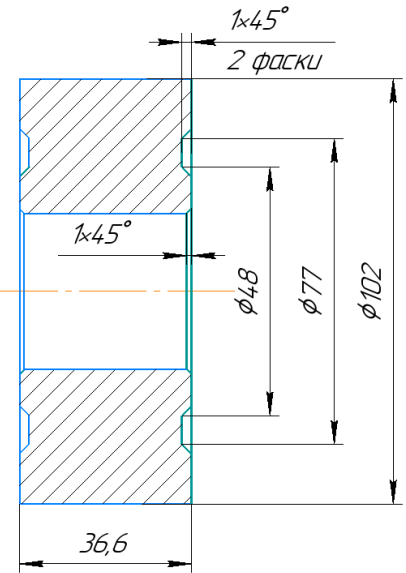
Враховані корективи, які внесені в базовий технологічний процес, сприяють розробленню технологічного процесу виготовлення фрези, представлені в таб. 3.1

					ДП МІ-п7105.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		67

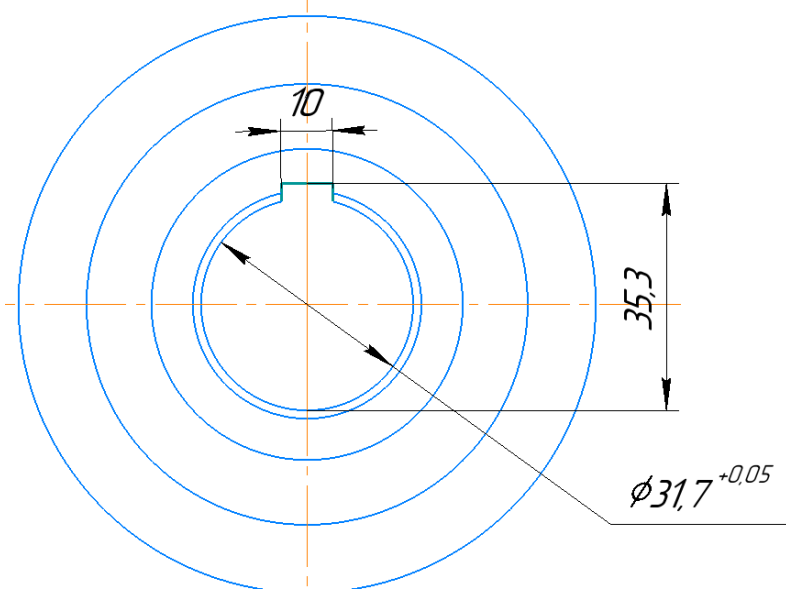
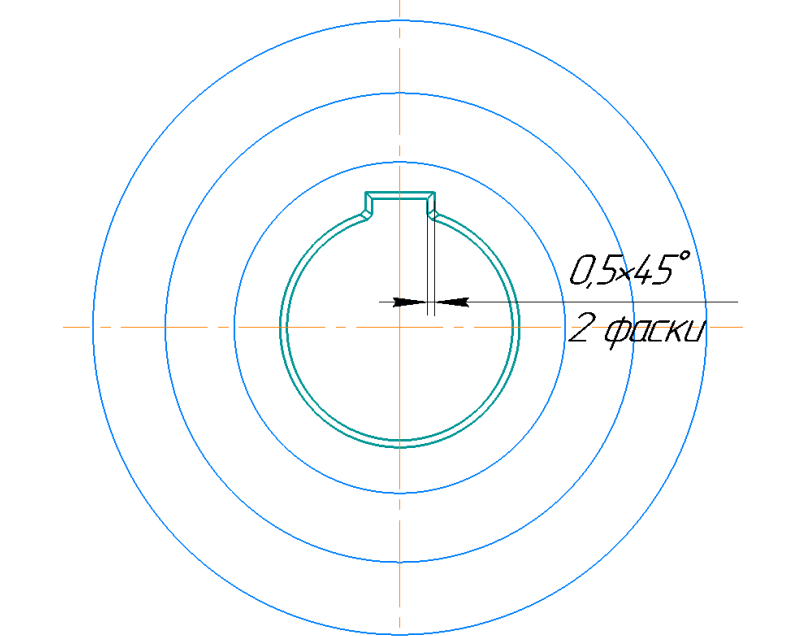
Таблиця 3.1–Маршрутний технологічний процес виготовлення **фрези фасонної циліндричної**

№ Назва операції та її зміст	Різальний інструмент	Найменування верстата	Вимірювальний інструмент	Ескіз операційний
<p>005 Зготівельна</p> <p>Відрізання заготовки сталі Р6М5 під кування, Відрізати заготовку Ø 40мм, L=114мм</p> $V=\pi \cdot r^2 \cdot h$	-	Відрізний ножівковий верстат 872М	Штангенциркуль ШЦЦ-I-150-0,1 ДСТУ ГОСТ 166: 2009 Ленійка металева Л-1000мм ГОСТ 427-75.	
<p>010 Кування</p> <p>Кування заготовки (<u>машинне кування</u>)) 1250-800 (1100)</p> $V=\pi \cdot r^2 \cdot h$	-	Гідравлічний молот Від 1000кг до 5000кг	-Рукавиці захисні термостійкі ГОСТ 5007-87. -Окуляри захисні прозорі	
<p>015 Термічна</p> <p>Відпал поковки і чищення окалини(наданнядіаметру) Відпал 1-го роду</p>	-	Електропіч СНО 4.8.2,5/10	Окуляри захисні прозорі Рукавиці захисні термостійкі ГОСТ 5007-87. Захисна маска	

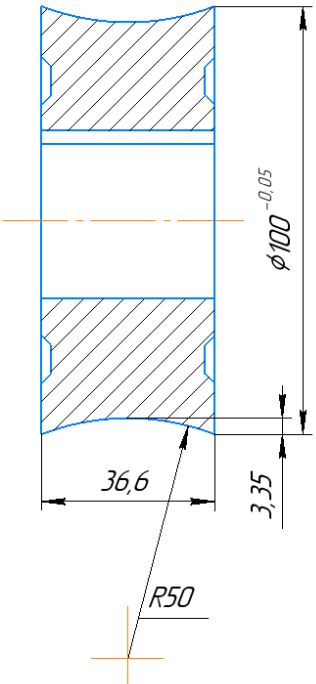
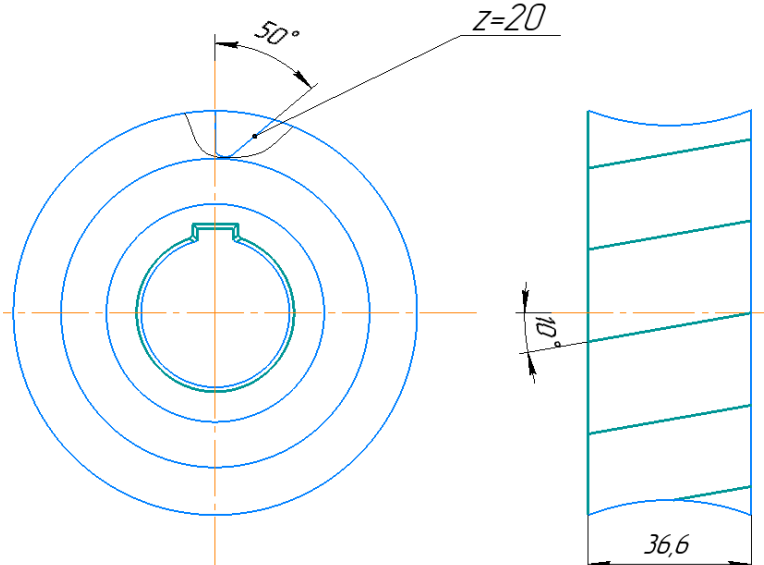
Продовження таблиці 3.1

<p>020 Токарна (Обробка отвору, фаски і торця, відрізання) Проточити торець деталі з виконанням фасок, $S=0.15\text{мм/об}$ і швидкість різання $V=88\text{м/хв.}$ Проточити діаметр $\varnothing 109$ до $\varnothing 102$ на довжину $L=17,5\text{мм}$, $S=0.15\text{мм/об}$ і швидкість різання $V=120\text{м/хв.}$ Центрування, $S=0.08\text{мм/об}$ і швидкість різання $V=11\text{м/хв.}$ Свердли наскрізний отвір $\varnothing 25$, $S=0.2\text{мм/об}$ і швидкість різання $V=14\text{м/хв.}$ Розточити отвір до діаметра $\varnothing 31,7$, $S=0.07\text{мм/об}$ і швидкість різання $V=124\text{м/хв.}$</p>	<p>1)Різець прохідний SDACR 1212 H11 2)Різець відігнутий прохідний ГОСТ 18868-73 3)Свердло центруюче (тип А) 6.3 ГОСТ 149552-75 4) Свердло $\varnothing 25$ ГОСТ 10902-77 5)Різець розточний ГОСТ 18873-73</p>	<p>Токарний верстат Модель: 1К62 №48477-197Год. ИНВ №82987 «Завод Имени Орджоникидзе»</p>	<p><i>Штангенциркуль ШЦЦ-I-150-0,1</i> ДСТУ ГОСТ 166: 2009</p>	
<p>025 Токарна Підрізання іншого торця Проточити торець деталі з виконанням фасок Проточити діаметр $\varnothing 109$ до $\varnothing 102$ $L=36,6\text{мм}$</p>	<p>Різець прохідний SDACR 1212 H11 Різець відігнутий прохідний ГОСТ 18868-73</p>	<p>Токарний станок Модель: 1К62 №48477-197Год. ИНВ №82987 «Завод Имени Орджоникидзе»</p>	<p><i>Штангенциркуль ШЦЦ-I-150-0,1</i> ДСТУ ГОСТ 166: 2009 Окуляри захисні прозорі</p>	

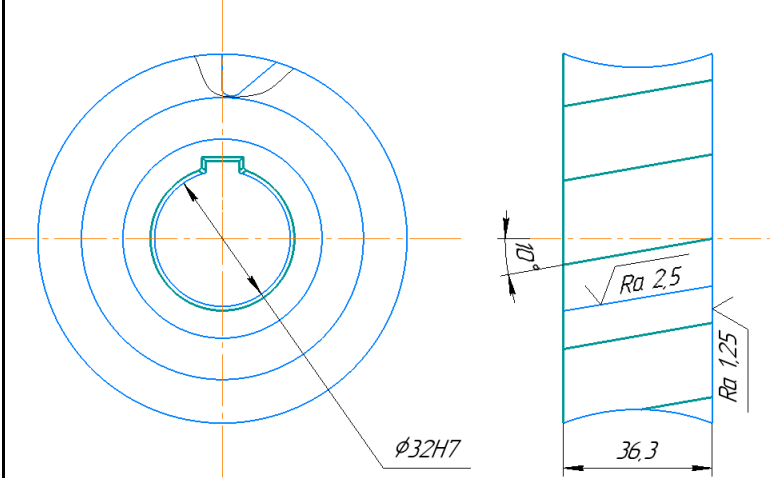
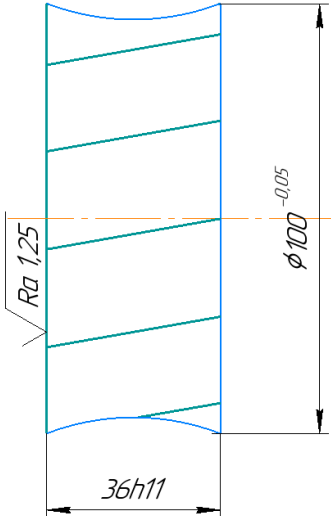
Продовження таблиці 3.1

<p>030 Довбальна</p> <p>Довбання шпоночного пазу</p> <p>Довбати шпонковий паз шириною 10мм. В=35.3</p>	<p>Різець довбальний прорізний 20х12х8х250х(2182-0604)Р18</p>	<p>Довбальний станок</p> <p>Модель: 7А420(1974г)</p> <p>СТ-1г</p>	<p>Штангенциркуль ШЦЦ-І-150-0,1ДСТУ</p> <p>ГОСТ 166: 2009</p>	
<p>035 Слюсарна</p> <p>Обробка фасок на шпонковій канавці</p> <p>Обробити фаски на шпонковій канавці</p>	<p>Напилок Торех06А721</p>	<p>Слюсарний верстак ТортuL ТААА1607</p>	<p>Перчатки робочі</p> <p>ГОСТ 5007-87.</p>	

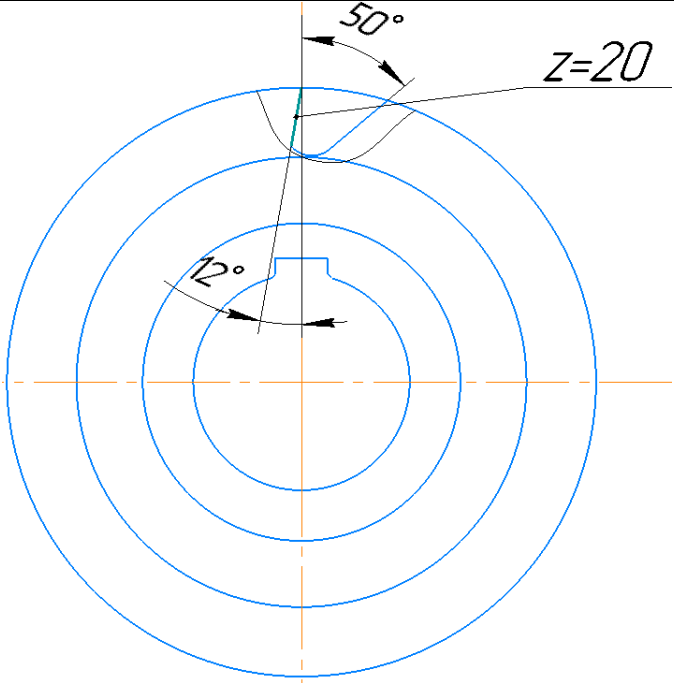
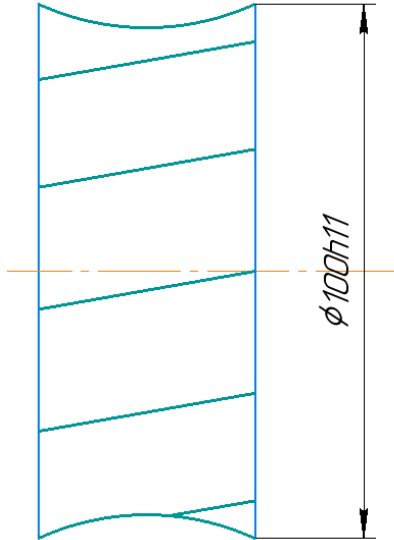
Продовження таблиці 3.1

<p>040 Токарна</p> <p>Чорнове і чистове обточування зовнішньої поверхні</p> <p>Проточити діаметр Ø102мм до Ø100мм, L=36,6мм, S=0.07мм/об і швидкість різання V=124м/хв.</p> <p>Проточити профіль деталі .R=50,h=3.35, S=0.07мм/об і швидкість різання V=124м/хв.</p>	<p>Різець токарний прохідний SCLCR 1616 H09 під пластину CCMT 09T3</p>	<p>Токарний станок Модель: 1К62 №48477-197Год. ИНВ №82987 «Завод Имени Орджоникидзе»</p>	<p>1)Мікрометр 75- 100 МК100-2 ДСТУ ГОСТ6507:2009 2)Штангенциркуль ШЦЦ-I-150- 0,1ДСТУ ГОСТ 166: 2009</p>	
<p>045 Фрезерувальна</p> <p>Фрезерування різальної частини</p> <p>Фрецерувати заготовку Z=20 стружкових кановок</p>	<p>Фреза однокутова ф 40x10 мм 65град. ГОСТ Р 50181-92 Брехня з кутами</p>	<p>Станок консольно- фрезерний с поворотним столом – универсальный Модель: 6Н81Год1973 ИНВ.№071016 №26457 «Завод фрезерних станков Дмитров»</p>	<p>1)Штангенциркуль ШЦЦ-I-150- 0,1ДСТУ ГОСТ 166: 2009 2)Глубиномер индикаторный ГИ- 100 ГОСТ 7661КИ 3)Штангензубомер нонiусом ИЗН 5-36 0,05КИ 4)Кутомер конструкторський Бабченіцера</p>	

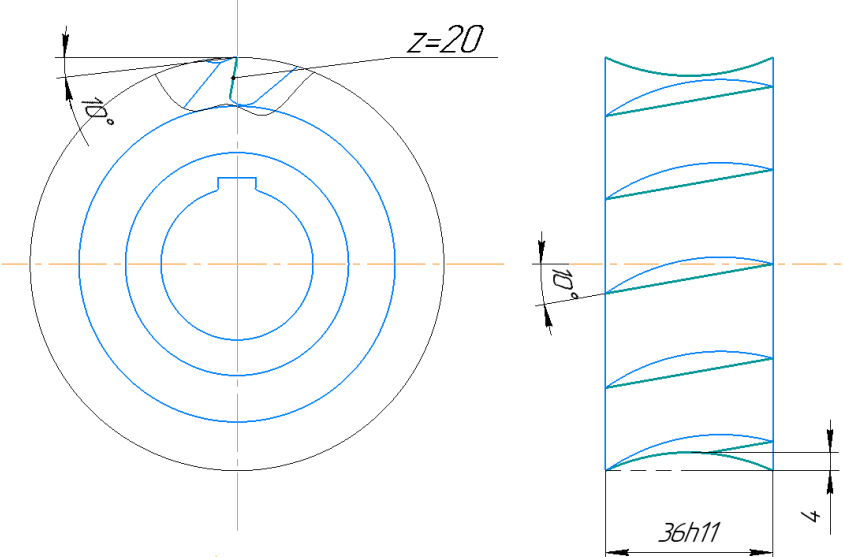
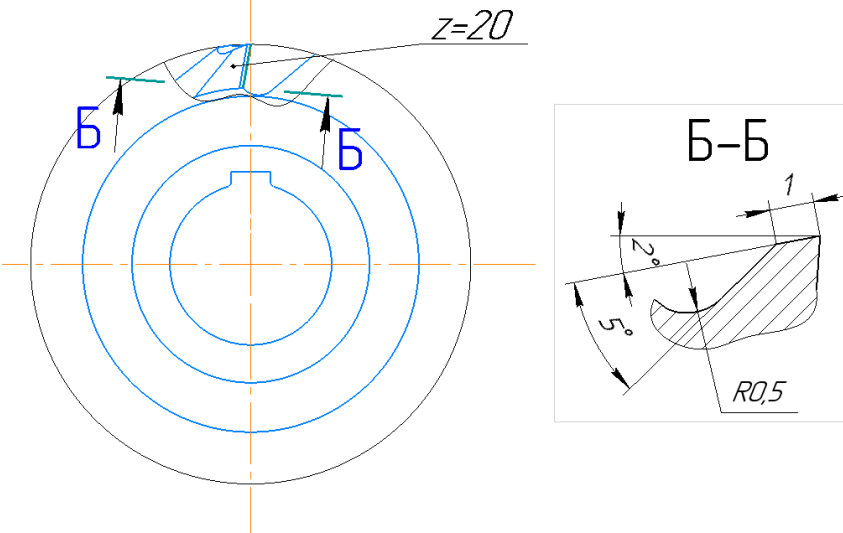
Продовження таблиці 3.1

050 Термообробка Гартування Нагріваємо заготовку до високої температури і швидко охолоджуємо Для досягнення HRC 62-65	Соляна ванна	Електропіч СНО 4.8.2,5/10	-	
055Шліфувальна Шліфувати отвір до досягнення 32H7 Шліфувати торець до досягнення Ra1.25	1)Шліфовальний круг 2)Шліфувальний круг внутрішній	Круглошліфувальний станок Модель: Зд711ВФ11 ИНВ.№11440 №1273	Калибр-пробка ø32H7 Fileta832141	
060 Шліфувальна Шліфування другого торця и -р-р Шліфувати інший торець	Шліфовальний круг ПП 100×10×32 32А 16-П С2 7 k5 35м/с А1 кл ГОСТ2424-83	Плоскошліфовальний верстат	1)Штангенциркуль ШЦЦ-І-150-0,1ДСТУ ГОСТ 166: 2009	

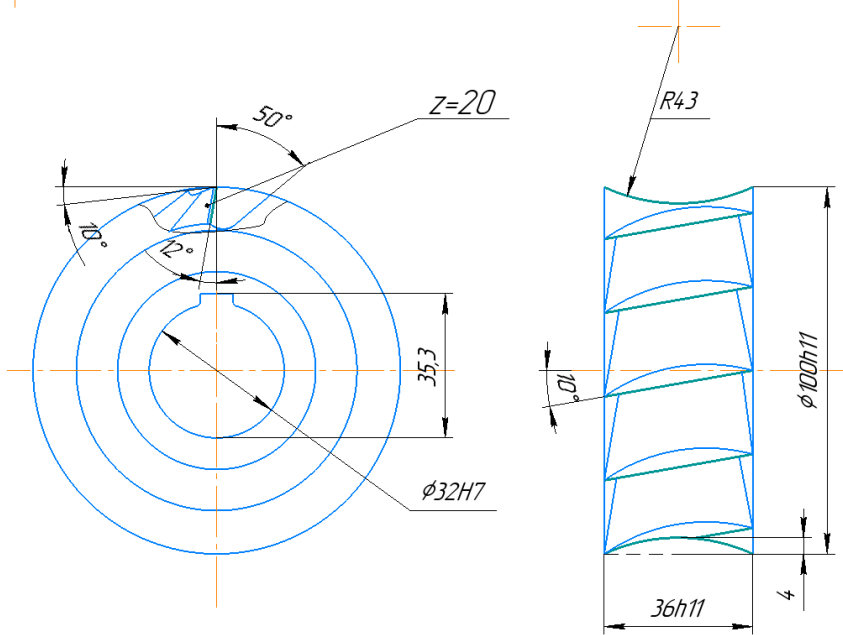
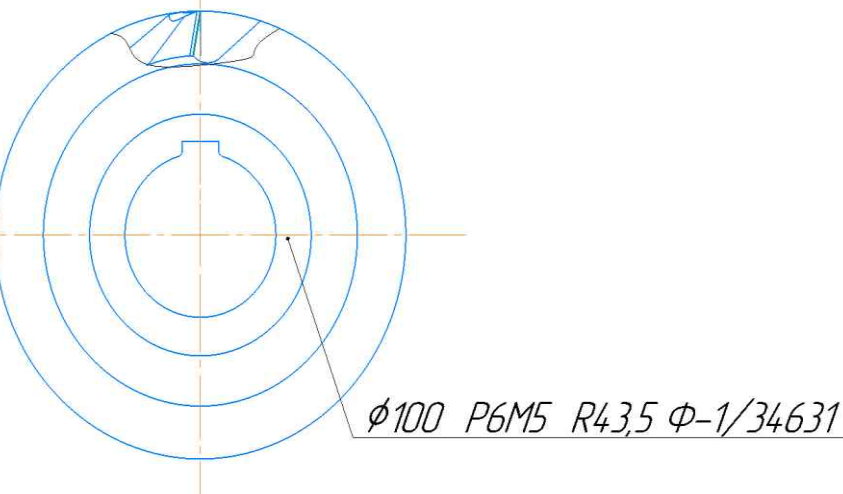
Продовження таблиці 3.1

<p>065 Заточна Заточування передньої поверхні Заточити передню поверхню кут 12°</p>	<p>Чашковий шліфувальний круг 12A2 $125 \times 16 \times 32 \times 2$ ГОСТ16174-81E</p>	<p>Універсальний заточний станок Модель: ЗЕБ42 ИНВ.№3278 №379</p>	<p>1) Штангенциркуль ШЦЦ-І-150- 0,1 ДСТУ ГОСТ 166: 2009 2) Мікрометр 25- 50 МК 50-2 ДСТУ ГОСТ6507:2009</p>	
<p>070 Шліфувальна Шліфування по зовнішньому діаметру $\phi 100$</p>	<p>Шліфувальни й круг ПП $100 \times 10 \times 20$ 32A 16-П С2 7 k5 35м/с А1 кл ГОСТ2424-83</p>	<p>Кругло- шліфувальний станок Модель: ЗЕБ42</p>	<p>Мікрометр 75- 100 МК100-2 ДСТУ ГОСТ6507:2009</p>	

Продовження таблиці 3.1

<p>075 Заточна</p> <p>Заточка задньої поверхні і профіля $\varnothing 87$</p> <p>Заточка задньої поверхні і профіля</p>	<p>Шліфувальна головка AW 25x32x6 14A F60 CM1 ГОСТ 2447 - 82</p>	<p>-</p>	<p>Шаблон для цього радіуса</p>	
<p>080 Заточна</p> <p>Заточка Торців фрези</p>	<p>Шліфувальна головка AW 25x32x6 14A F60 CM1 ГОСТ 2447 - 82</p>	<p>Універсальний заточний станок 3ЕБ42</p>		

Продовження таблиці 3.1

<p>085 Контрольна</p> <p>Перевірити виконану деталь на відповідність кресленика</p>		<p>Стелаж</p>	<p>1)Штангенциркуль ШЦЦ-І-150-Шаблон для цього радіуса</p> <p>2) Мікрометр 25-50</p> <p>МК 50-2 ДСТУ ГОСТ6507:2009</p> <p>3)Калибр-пробка $\phi 32H7$</p> <p>Fileta832141</p> <p>4)Кутомір Бабченіцера</p>	
<p>090 Маркувальна</p> <p>Маркувати:</p> <p>Товарний знак V(Візар)</p> <p>Діаметр фрези $\phi 87$</p> <p>Матеріал Р6М5</p>		<p>Лазерний станок</p>	<p>-</p>	

3.5 Розрахунок припусків на механічну обробку

Визначаємо припуски на корпус поверхні фрези Ø 32 H7(^{+0,025}), параметр шорсткості Ra 1.25 [16,с.188]

Операції та їх переходи:

- свердління (12 квалітет); [16,с.188]
- чорнове розточування (11 квалітет); [16,с.188]
- чистове розточування (9 квалітет); [16,с.188]
- шліфування (7 квалітет). [16,с.188]

Свердління (12 квалітет) [16,с.188]

Знаходимо якість поверхні за таблицею 27. [21, с. 190] для діапазону діаметрів 18...50 мм складає [16,с.188]:

$$R_z=50\text{мкм}, h=70\text{мкм}.$$

$$\Delta_{ув} = \Delta_y \cdot L = 0,9 \cdot 10 = 9 \text{ мкм} \quad (3.3)$$

де Δ_y - зміщення свердла при свердлінні мкм/мм.

Для діапазону діаметрів 18...50мм величина,

$$\Delta_y=1,6 \text{ мкм/мм} [16,с.188]$$

L - довжина отвору

Сумарне відхилення розташування рахується за формулою(3.4): [16,с.188]

$$\Delta = \Delta_{ув} + \Delta_{зм} = 9 + 25 = 34 \text{ мкм} \quad (3.4)$$

де $\Delta_{зм}=25\text{мкм}$, Для діапазону діаметрів 18...30 мм за табл. 28 [21, с. 190].

Чорнове розточування (11 квалітет) [16,с.189]

Якість поверхні при чорновому розточуванні за табл. 5 [21, с. 11] складає:

$$R_z=6,3\text{мкм}, h=30\text{мкм}.$$

Таблиця 3.1 –Шорсткості

Межа зміни Ra,мкм	Rz	Межа зміни Rz, мкм	Ra
$80 \leq Ra \leq 2.5$	4 Ra	$320 \leq Rz \leq 10$	0.25 Rz
$2.5 \leq Ra \leq 0.010$	5 Ra	$2.5 \leq Rz \leq 0.010$	0.2 Rz

Тоді

$$R_z = 4 \cdot R_a = 4 \cdot 6.3 = 25.2 \text{ мкм} \quad (3.5)$$

де $\Delta_{зм}=25\text{мкм}$, Для діапазону діаметрів 18...30 мм за табл. 28 [21, с. 190].

Приймаємо $R_z=25\text{мкм}$, похибка установки знаходимо , табл.13 [21, с.42] $\varepsilon = 80 \text{ мкм}$

Чистове розточування 9 квалітет [16,с.189]

Якість поверхні при чорновому розточуванні за табл. 5 [21, с. 11] складає: [16,с.188].

$$R_z=3,2\text{мкм}, h=20\text{мкм}.$$

Для визначення параметра шорсткості R_z скористаємося табл.21.4[16,с.188].

$$R_z = 4 \cdot R_a = 4 \cdot 1.3 = 5.2 \text{ мкм} \quad (3.6)$$

Приймаємо $R_z = 5,5\text{мкм}$ Похибка установки знаходимо , табл.13 [21, с.42] $\varepsilon = 80 \text{ мкм}$

Шліфування 7 квалітет [16,с.189]

Знаходимо якість поверхні шліфування за таблицею 5. [21, с. 12]. складає: [16,с.188]

$$R_z=1,6\text{мкм}, h=15\text{мкм}.$$

Похибка установки знаходимо , табл.13 [21, с.42] $\varepsilon = 80 \text{ мкм}$

Розрахуємо величини мінімальних припусків для переходів за формулою (21.3): [16,с.191]

$$2Z_{\text{чор. р. мі n}} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = \quad (3.7)$$

$$= 2 \left(50 + 70 + \sqrt{34^2 + 80^2} \right) = 414\text{мкм}$$

$$2Z_{\text{чис. р. мі n}} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = \quad (3.8)$$

$$= 2 \left(25 + 30 + \sqrt{80^2} \right) = 270\text{мкм}$$

3.6 Розрахунок режимів різання

Режими різання розраховуємо для наступних операцій:

- 020 Токарна. Оброблення торця;
- 030 Довбальна. Створюємо шпонковий паз;
- 040 Токарна. Створюємо фасонну поверхню;
- 045 Фрезерувальна. Фрезеруємо канавку;
- 075 Шліфувальна. Заточуємо задню поверхню профіля.

Розрахунки проводимо за методикою Косиловой А. Г. «Справочник технолога -машиностроителя» та методикою книги «Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов» / В. И.Баранчиков

3.6.1 020 Токарна

На цьому переході оброблюється зовнішній діаметр з $\varnothing 109$ до $\varnothing 100$

Токарна операція – це один з самих розповсюджених способів обробки виробу, шляхом зрізання із заготовки слою матеріалу для отримання потрібної нам форми, ця операція реалізується на токарних станках різних моделей.

Ця операція поділяється на 4 допоміжні:

- Точіння зовнішньої поверхні;
- Центрувальна;
- Свердлильна;
- Розточувальна.

Точіння зовнішньої поверхні

Ескіз операції зображений на Листі 4

Верстат- токарний станок моделі 1К62

Різальний інструмент –прохідний різець SDACR 1212 H11

На цьому переході оброблюється зовнішній діаметр з $\varnothing 109$ до $\varnothing 100$

Пристосування для закріплення заготовки – трьох кулачковий патрон

Пристосування для базування інструменту- самоцентрувальний патрон.

					ДП МІ-п7105.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		71

$$2Z_{\text{шліф. міст}} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = \quad (3.9)$$

$$= 2 \left(5,5 + 16 + \sqrt{80^2} \right) = 203 \text{ мкм}$$

Значення вносимо до таблиці 3.2[16,с.191]

Таблиця 3.2–Припуски на механічну обробку отвору [16,с.191]

Переходи обробки поверхонь	Елементи припуску				Розрахунковий припуск	Допуск ITD, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Прийняті розміри по переходах		Граничне значення припусків	
	R_z	h	Δ	ε_i				d_{\max}	d_{\min}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Свердління	50	70	34	450	-	210	25	25,21	24,75	-	-
Розточуванн:											
а) чорнове	25	30		80	414	160	28.411	28,160	27,84	550	460
б) чистове	13	20		80	270	62	31.822	31,062	30,938	400	302
Шліфування	1.6	15		80	266	25	32,025	32,025	32,00	300	263

При розрахунках режимів різання при точінні використовують наступні параметри:

-глибина різання(t) -при чистовому точінні припуск повинен зрізатися за два підходи, притому на попередньому, на кожному наступному призначається менша глибина різання . Для $Ra=3.2$ мкм, $t=0.5-2.0$ мм, $Ra\geq 0.8$ мкм, $t=0.1-0.4$ мм;

Глибина різання визначається за формулою:

$$t = \frac{D - d}{2}, \quad (3.10)$$

де D – діаметр поверхні заготовки на попередній операції

d – діаметр поверхні на виконуваний операції

-подача (S), при чорновому точінні приймається максимально допустима при потужності;

-швидкість різання v , м/хв рахується за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v, \quad (3.11)$$

де C_v – коефіцієнт, $C_v=280$;

T – лімітуюча стійкість інструменту, $T=60$;

t – глибина різання, $t=1$ мм;

s – подача, $s=0,07\ldots 0,15$ мм/об,[18таб.17с.260];

K_v – коефіцієнт, $K_v=0,4$ [18 таб. 17 с. 260];

x, y, m – коефіцієнти, $x = 0,3$ $y = 0,15$, $m = 0.18$

Отже швидкість:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,18} 1^{0,3} 0.15^{0,15}} 0,7 = 124 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

-Проведемо розрахунок сили різання чорнового точіння:

$$P_x = 10C_p t^x s^y v^n K_p, \quad (3.12)$$

- де C_p – коефіцієнт, $C_p=200$; [18,с.188]
 S – повздовжня подача, ($S=0,15$ мм/об);
 V – швидкість точіння, $v=124$ м/хв;
 K_p – поправочний коефіцієнт(табл.9,10,23[18])
 $K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$
 x, y, n – коефіцієнти, $x = 1, y = 0,75, n = 0$

Отже сила P_x :

$$P_x = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 200 \cdot 1^{1.2} \cdot 0,15^{0,75} \cdot 124^0 \cdot 1 = 482 \text{ Н}$$

Проводимо розрахунки для чистового точіння

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v, \quad (3.13)$$

- де C_v – коефіцієнт, $C_v=340$;
 T – лімітуюча стійкість інструменту, $T=60$;
 t – глибина різання, $t=0,3$ мм;
 s – подача, $s=0,05-0,07$ мм/об[18 таб. 17с. 260];
 K_v – коефіцієнт $K_v=0,4$ [18,т17,с.260];
 x, y, m – коефіцієнти, $x = 0,15, y = 0,3, m = 0.23$

Отже швидкість:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{182}{60^{0,23} 0,3^{0,12} 0,07^{0,3}} 0,75 = 136,57 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Рахуємо силу P_z за формулою (3.14)

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p, \quad (3.14)$$

- де C_p – коефіцієнт, $C_p=158$;
 S – повздовжня подача, $S=0,7$ мм/об;
 V – швидкість точіння, $v=136,57$ м/хв;
 K_p – поправочний коефіцієнт (табл.9,10,23[18])
 $K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} =$
 $= 1,82 \cdot 1,7 \cdot 1 \cdot 1 = 3,094$
 x, y, n – коефіцієнти, $x = 1, y = 1, n = 0$

Отже P_z :

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 158 \cdot 0,3^1 \cdot 0,07^1 \cdot 136,57^0 \cdot 3,094 = 102,65 \text{ Н}$$

Потужність шукаємо за формулою (3.15):

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60'} \quad (3.15)$$

Отже потужність :

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{102,65 \cdot 136,57}{1020 \cdot 60} = 0,23 \text{ кВт}$$

- **Центрувальна**

Матеріал різальної частини інструмента – Р6М5. Отвір Ø6,3;

Рахуємо швидкість різання:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} K_v, \quad (3.16)$$

де C_v – коефіцієнт, $C_v=7$;

T – лімітуюча стійкість інструменту, $T=20$;

s – подача, $s=0,1$ мм/об. (таб. 17 с. 260[18])

K_v – поправочний коефіцієнт (табл.9,10,23[18])

$$K_v = K_{mV} \cdot K_{uV} \cdot K_{lV} = 0,35 \cdot 1 \cdot 0,75 = 0,26$$

q, y, m – коефіцієнти, $q= 0,4$ $y = 0,7$, $m = 0.2$

Отже швидкість різання:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 \cdot 6.3^{0.4}}{20^{0.2} 0.1^{0.7}} 0,26 = 10.8 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Крутний момент :

$$M_{KP} = 10C_M D^q S^y K_p, \quad (3.17)$$

де C_M – коефіцієнт, $C_M=0.041$;

S – осьова подача, $S=0,1$ мм/об;

K_p – поправочний коефіцієнт, $K_p = 1.9$;

q, y, x – коефіцієнти, $q= 2$ $y = 0.7$, $x = -$

Отже :

$$M_{KP} = 10C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0.041 \cdot 6.3^2 \cdot 0.1^{0.7} \cdot 1.9 = 3.1 \text{ Нм}$$

Осьова сила рахується за формулою (3.14):

$$P_0 = 10C_P D^q S^y K_p, \quad (3.18)$$

- де C_M – коефіцієнт, $C_P=43,3$;
 S – повздовжня подача, $S=0,1$ мм/об;
 K_p – поправочний коефіцієнт, $K_p = 1.9$;
 q, y, x – коефіцієнти, $q=1$ $y=0.8$, $x=-$

Отже:

$$P_0 = 10C_P D^q S^y K_p = 10 \cdot 43,3 \cdot 6.3^1 \cdot 0.11^{0.8} \cdot 1.9 = 821,45 \text{ Н}$$

-Свердлильна

Матеріал різальної частини інструмента – Р6М5. Отвір Ø25;

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} K_v, \quad (3.19)$$

- де C_v – коефіцієнт, $C_v=7$ [18,с.188] ;
 T – лімітуюча стійкість інструменту, $T=25$;
 S – подача, $s=0,27$ мм/об.(таб.25с.277[18]);
 K_v – поправочний коефіцієнт(табл.9,10,23[18]);

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 0,35 \cdot 1 \cdot 0,75 = 0,26$$

- q, y, m – коефіцієнти, $q=0,4$ $y=0,7$, $m=0.2$

Отже:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{7 \cdot 25^{0.4}}{25^{0.125} \cdot 9,35^{0.1} \cdot 0,2^{0.4}} 0,26 = 13,84 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Крутний момент :

$$M_{KP} = 10C_M D^q S^y K_p, \quad (3.20)$$

- де C_M – коефіцієнт, $C_M=0.041$;
 T – лімітуюча стійкість інструменту, $T=25$;
 S – повздовжня подача, $S=0,11$ мм/об;
 K_p – поправочний коефіцієнт ; $K_p=1.9$
 q, y, x – коефіцієнти, $q=2$ $y=0.7$, $x=-$

Отже:

$$M_{KP} = 10C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0.021 \cdot 6.3^2 \cdot 0.1^{0.8} \cdot 1.9 = 39,5 \text{ Нм}$$

Осьова сила :

$$P_0 = 10C_P D^q S^y K_p, \quad (3.21)$$

- де C_M – коефіцієнт, $C_P=42,7$;
 S – повздовжня подача, $S=0,11$ мм/об;
 K_p – поправочний коефіцієнт ; $K_p=1.9$
 q, y, x – коефіцієнти, $q=1, y=0.7, x=-$

Отже:

$$P_0 = 10C_P D^q S^y K_p = 10 \cdot 42,7 \cdot 25^1 \cdot 0.1^{0.7} \cdot 1.9 = 2129 \text{ Н}$$

Розточувальна

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v, \quad (3.22)$$

- де C_v – коефіцієнт, $C_v=280$;
 T – лімітуюча стійкість інструменту, $T=60$;
 t – глибина різання, $t=3$ мм;
 s – подача, $s=0,2$ мм/об.(таб.17 с.260 [18])
 K_v – $K_v=0,4$ (таб.17 с.260 [18])
 x, y, m – коефіцієнти, $x=0,15, y=0,45, m=0.2$

Отже:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{292}{15^{0.2} 3^{0.15} 0.2^{0.45}} 0.7 = 124 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

030 Довбальна

Згідно таблиці 24 ст 276 приймаємо:

V – швидкість довбання , $v=5-15$ м/хв;

t – глибина різання, $t=0,15-0,3$ мм;

040 Токарна

На цьому переході фасонна поверхня підготовлюється до шліфування
оброблюється фасонний профіль до R 50

Різальний інструмент –прохідний різець SDACR 1212 H11.

					ДП МІ-П7105.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		76

Пристосування для закріплення заготовки – трьох кулачкового патрона, на оправці.

t – глибина різання, $t=1\text{мм}$;

v -швидкість різання $v=177$;

s -подача, $s=0,08\text{мм/об}$.

045 Фрезерувальна , фрезеруємо стружкову канавку

Різальний інструмент – фреза однокутова 50х12х16 50°

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v, \quad (3.23)$$

де C_v – коефіцієнт, $C_v=44$;

T – лімітуюча стійкість інструменту, $T=120$;
таб 40

t – глибина різання, $t=6,5\text{мм}$;

D – діаметр фрези, $D = 50\text{мм}$

B – товщина фрезерування, $B = 12\text{мм}$

s_z – подача на зубець, $s_z=0.07\ldots 0.04\text{мм/зуб}$.
(таб.35ст284 [18])

K_v – $K_v=0,4$ (таб.17 с.260 [18])

$$K_v = K_{mV} \cdot K_{nV} \cdot K_{uV} = 0,53 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,424$$

x, y, m – коефіцієнти, табл 39 [18] $q = 0.45x =$
 $0,3$ $y = 0,2$, $u = 0.1$, $p = 0.1$ $m = 0,33$

Отже:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v =$$

$$= \frac{44 \cdot 50^{0,45}}{120^{0,33} \cdot 6,5^{0,3} \cdot 0,07^{0,2} \cdot 12^{0,1} \cdot 20^{0,1}} 0,424 = 12,54 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Сила різання рахується за формулою:

					ДП МІ-П7105.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		77

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp} \quad (3.24)$$

де z – число зубців фрези; $z=20$

n – частота обертання фрези,

$$n = \frac{1000v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 12.84}{\pi \cdot 50} = 81.74 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Отже:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 47 \cdot 6^{0.86} \cdot 0.07^{0.72} \cdot 12^{0.1} \cdot 20}{50^{0.86} \cdot 81.74^0} = 286.8 \text{ Н}$$

Режими різання занесені до таблиці 3.3:

Таблиця 3.3–Режими різання

Операція	V м/хв	n хв ⁻¹	S $\frac{\text{мм}}{\text{об}}$	t, мм
Точіння зовнішньої поверхні	120	350	0,15	1
Чистове точіння	136	432	0,07	0,3
Точіння торцевої поверхні	88	280	0,15	20
Центрування 6,3	11	555	0,08	-
Свердління 25	14	178	0,2	9,35
Розточувальна	124	1200	0,07	1
Довбальна	5-15	-	0,03	0,05
Токарна	124	395	0,07	1
Фрезерувальна	13	80	0,07	6,5

3.7 Розрахунки норм часу

Однією з основних параметрів для розрахунку вартості виготовлених деталей, кількості виробничого устаткування, заробітної плати робітників і планування виробництва є технічна норма часу на обробку заготовки.

Основа технічних можливостей технологічного оснащення, різального інструменту, верстатного обладнання і правильної організації робочого місця створюють умови для визначення технічної норми часу.

В умовах серійного виробництва при машинно-ручних роботах норма штучного часу розраховується за формулою (3.24) Тш-к [22]:

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n} + T_{\text{шт}} \quad (3.25)$$

де $T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заключний час, хв [22];

n – кількість деталей в партії, шт [22];

$T_{\text{шт}}$ – штучний час на обробку, хв [22]:

Штучний час на обробку рахується за наступною формулою [22]:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{о}} + T_{\text{д}} + T_{\text{об}} + T_{\text{відп}} \quad (3.26)$$

де $T_{\text{о}}$ – основний час, хв [22];

$T_{\text{д}}$ – допоміжний час, хв [22];

$T_{\text{об}}$ – час на обслуговування робочого місця, хв [22];

$T_{\text{відп}}$ – час перерв на відпочинок і особисті потреби, хв [22];

Допоміжний час складається з витрат на окремі прийоми [22]:

$$T_{\text{д}} = T_{\text{в.з.}} + T_{\text{з.в.}} + T_{\text{пу}} + T_{\text{вим}} \quad (3.27)$$

де $T_{\text{в.з.}}$ – час на встановлення і зняття деталі, хв [22];

$T_{\text{з.в.}}$ – час на закріплення і відкріплення деталі, хв [22];

$T_{\text{пу}}$ – час на прийоми управління, хв [22];

$T_{\text{вим}}$ – час на вимірювання деталі, хв [22].

Розрахунок норм часу за операціями технологічного процесу зведено у таблицю 3.4.

					ДП МІ-п7105.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		79

Таблиця 3.4–Норми часу на фрези фасонної циліндричної

Найменування операції	Норми часу, хв			
	T_O	T_D	$T_{ПЗ}$	$T_{ШТ}$
005. Заготівельна	2,7	2,5	15	11,2
010 Кування	0,48	3	10	9,48
015 Термічна	0,09	5	15	12,09
020 Токарна	15,27	3	25	18,27
025 Токарна	9,27	3,1	20	18,37
030 Довбальна	2,1	4,1	15	13,2
035 Слюсарна	0,6	1,1	7	4,7
040 Токарна	5,5	3,1	17	14,6
045 Фрезерувальна	11,56	2,5	25	21,06
050 Термообробка	2,56	5,1	18	14,66
055 Шліфувальна	3,19	4,1	18	14,29
060 Шліфувальна	3,19	4,1	18	14,4
065 Заточна	22,4	3,1	35	33,5
070 Шліфувальна	4	4,1	15	11
075 Заточна	22,4	3,1	35	32,5
080 Заточна	25	3,1	35	33,1
085 Контрольна	5	5	18	14
090 Маркувальна	0,6	6	15	14,1

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Вибір конструкції ділильної головки

Ділильна головка - горизонтальне верстатне пристосування, яке є важливою приналежністю фрезерних і розточувальних верстатів. Застосовується для періодичного повороту заготовки (розподіл) на рівні або нерівні кути, наприклад, у разі нарізання зубців, фрезерування багатогранників, западин між зубцями коліс, канавок різальних інструментів; для більш точного переміщення столу (наприклад, при виготовленні зубчастих рейок) і т. п., а також для безперервного обертання заготовки узгоджено з поздовжньою (осьовий) подачею (наприклад, при нарізанні спіральних канавок у свердел, зенкерів і т. п., або при фрезеруванні косозубих зубчастих коліс). Заготовки закріплюються в патроні, довгі - з упором центру задньої бабки і використанням люнета [19].

Види ділильних головок[19]:

-універсальні[19];

-оптичні (для особливо точних робіт) [19].

Методи поділу[19]:

а) **Безпосереднє ділення**[19]

Безпосереднє ділення проводиться поворотом заготовки ділильним диском без проміжного механізму. Безпосередній розподіл здійснюється на спрощених і оптичних ділильних головках, а також лобовим ділильним диском на універсальних ділильних головках [19].

б) **Просте ділення**[19]

Метод поділу, при якому відлік проводиться по нерухомому ділильному диску, а розподіл проводиться рукояткою, пов'язаної зі шпинделем ділильної головки через черв'ячну передачу, називається простим поділом. Просте ділення здійснюється на універсальних ділильних головках бічним ділильним диском [19].

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		81

в) Комбінований поділ[19]

При комбінованому розподілі поворот головки складається з повороту рукоятки головки щодо нерухомого ділильного диска і повороту самого диска разом з рукояткою щодо штифта заднього фіксатора на універсальній ділильній головці [19].

г) Диференціальне ділення[19]

Метод поділу, при якому необхідний поворот шпинделя ділильної головки виходить як сукупність двох поворотів - повороту рукоятки щодо ділильного диска і повороту самого диска, примусово від шпинделя через систему зубчастих коліс називають диференціальним розподілом. Диференціальний розподіл здійснюється на універсальних ділильних головках, для чого вони забезпечуються комплектом змінних зубчастих коліс [19].

д) Безперервний розподіл[19]

Безперервний розподіл використовується при фрезеруванні гвинтових і спіральних канавок і здійснюється на універсальних або оптичних ділильних головках з кінематичним зв'язком шпинделя головки і гвинта поздовжньої подачі фрезерного столу [19].

Маркування ділильних головок[19]

Маркування універсальних ділильних головок[19]

При маркуванні універсальних ділильних головок можуть використовуватися такі символи (на прикладі УДГ-40-Д250) [19]:

УДГ - скорочена назва ділильної головки, тобто у цьому випадку це Універсальна Ділильна Головка [19];

40 - Передаточне число. (1 повний оборот шпинделя УДГ за 40 повних обертів ручки) [19];

Д250 - найбільший діаметр оброблюваної деталі [19].

4.2 Конструкція універсальної ділильної головки УДГ Н-100

На відміну від розглянутої конструкції ділильних головок УДГ-Н-135 і УДГ-Н-160, головка УДГ-Н-100 (рисунок 4.1) має більш короткий кінематичний ланцюг, так як приводна рукоятка безпосередньо надіта на вал черв'яка, що має сприяти отриманню великої точності ділення [20].

Ділильна бабка складається з нерухомої підстави 7, в якому поміщені корпус 5 і порожнистий шпиндель 13. Корпус 5 зі шпинделем і двома бічними фланцями 4 і 6 повертається навколо горизонтальної осі на 90° вгору і на 10° вниз. Відлік проводиться по градуїровці, нанесеної на поверхні корпусу, і ноніусом 22, прикріпленому до нерухомої дузі. Кріплення корпусу в необхідному положенні виробляється затягуванням фланців двома гайками за допомогою стяжних болтів [20].

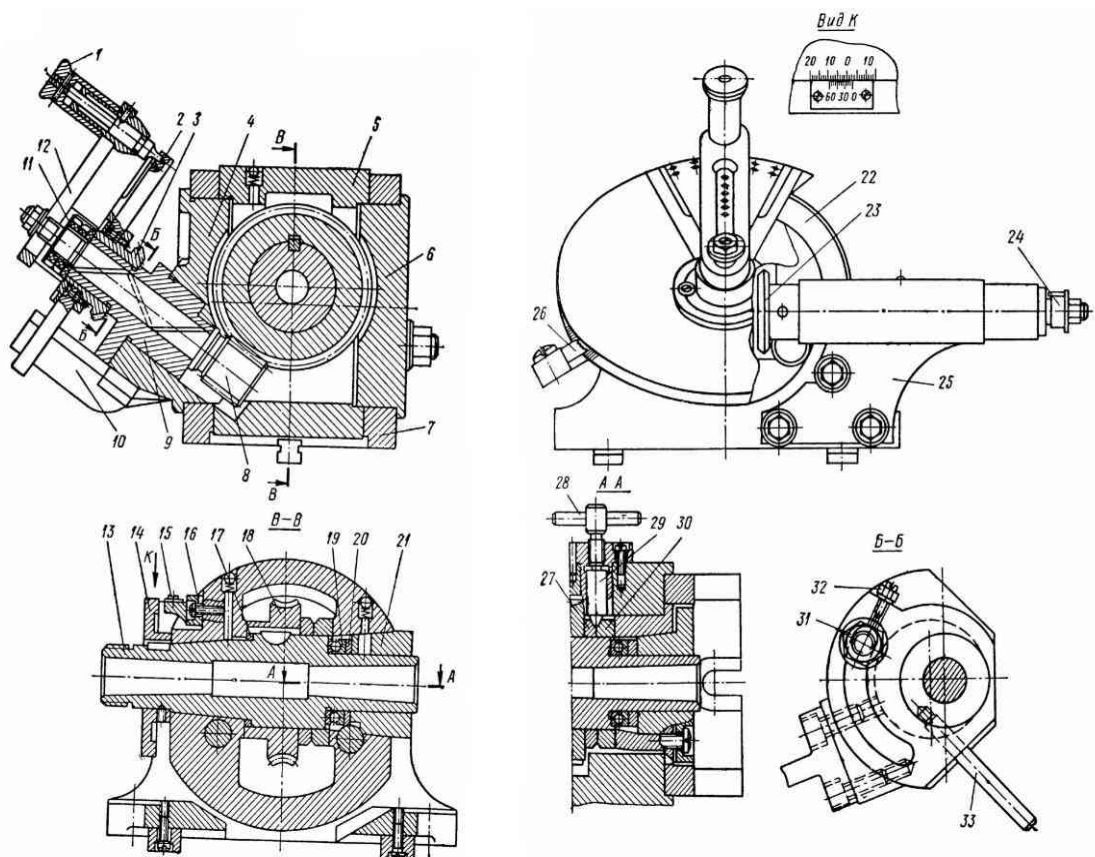


Рисунок 4.1—Універсальна ділильна головка [20]

Для відліку безпосереднього розподілу служить ноніус 15, укріплений на кронштейні 16, і градуйований на 360 поділок лімб 14, розташований на

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		83

шпинделі 13. На шпindel насаджені черв'ячне колесо 18, компенсаційні кільця 17, 20 і зав'язаний підшипник 19. Осьові навантаження шпинделя сприймаються задньої втулкою 21 через зав'язаний підшипник. На передньому кінці шпинделя є різьблення для кріплення планшайби з трьохкулачковим патроном [20].

Шпindel має переднє і заднє конусні отвори, заднє отвір призначений для установки опрацювання диференціального ділення [20].

Вузол стопоріння шпинделя (перетин А-А) виконаний інакше, ніж на УДГ-Н-135 і Н-160. При обертанні гвинта рукоятки 28 плунжер 29 розтискає стопорні кільця 27, 30, при цьому одне з них притискається до торця корпусу, інше - до черв'ячного колеса, і таким чином відбувається стопоріння шпинделя. В отворі переднього фланця під кутом встановлена ексцентрикова втулка 9 з валиком черв'яка 8. У осьовому напрямку черв'як притиснутий до торця втулки 9 гайками 11. При безпосередньому розподілі черв'як виводиться з зачеплення з черв'ячним колесом поворотом ексцентрикової втулки на 90 °. На кінці валика черв'яка укріплена рукоятка 12 з пружинним фіксатором 1. Рукоятка має паз, що дозволяє пересувати її разом з фіксатором при налаштуванні поділу на будь-який ряд отворів ділильного диска 2. Ділильний диск кріпиться на конічній шестірні 3. Стопоріння диска здійснюється стопором 26, поміщеним на кронштейні 10. Пристрій відлікових лінійок таке ж, як на УДГ-Н-135 і Н-160 [20].

Конічна шестерня 3, до якої кріпиться ділильний диск, знаходиться в зачепленні з конічною шестернею 23 вала 24 приводу руху верстата або передачі обертання при диференціальному розподілі. Вал конічної шестерні з кронштейном 25 кріпиться до основи ділильної головки трьома гвинтами [20].

При утворенні у черв'яка зазору в осьовому напрямку його необхідно ліквідувати; для цього слід звільнити гайку, зняти спочатку рукоятку з фіксатором 1, а потім ковпачок і підтягнути обидві гайки 11 (рисунк 4.1) [20].

Для усунення в зачепленні черв'ячної пари радіального зазору (перетин Б-Б), який з'являється при тривалій експлуатації головки, необхідно

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						84
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

відкрутити гайку 31, звільнити гайку зі стопором 32, рукояткою 33 повернути ексцентрикову втулку до ліквідації зазору, зафіксувати положення стопором і гайкою 32 і закріпити гайку 31 [20].

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						85
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 розрахунок закріплюючих зусиль в патроні УГД-Н-100

Закріплення у патроні застосовують під час оброблення деталей які мають місце для "захвату" кулачками патрона [16]..

Це можливо, коли деталь не обробляють "напрохід", обточують тільки частково (за довжиною) [16].

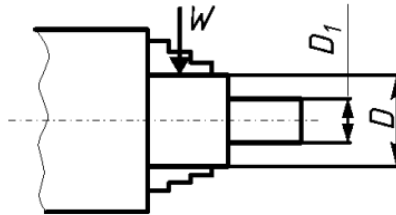


Рисунок 4.2–Сили затиску [16].

$$W = \frac{P_z D_1}{n f D}, \quad (4.1)$$

- де P_z — головна складова сили різання, Н ;;
- D — діаметр заготовки, мм;
- D_1 — глибина різання, $t = 1$ мм;
- f — коефіцієнт тертя на робочих поверхнях кулачків $f = 0.25$;
- n — кількість кулачків; $n = 3$

Отже:

$$W = \frac{P_z D_1}{n f D} = \frac{2,30 \cdot 10^3 \cdot 87 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 0,25 \cdot 97 \cdot 10^{-3}} = 2,7 \text{ кН}$$
$$M_{кр} = W n f \frac{D}{2}, \quad (4.2)$$

Тоді :

$$M_{кр} = W n f \frac{D}{2} = 2,7 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 0.25 \frac{87 \cdot 10^{-3}}{2} = 88,08 \text{ Нм}$$

4.4 Поновлення працездатності інструменту

Кожний інструмент можна поновлювати, в нашому випадку фреза являється гострозаточеною і її можна поновлювати багато разів. Основні розположення та закріплення зображені на Листі 7 «Поновлення працездатності інструменту».

Головними кут це 10° , оскільки його доводиться задавати майже у всіх положеннях на шліфувальному верстаті.

Головною особливістю гострозаточених фрез являється те,, що їх можна заточувати як по передній поверхні, так і по задній, що зображено на Листі 7.

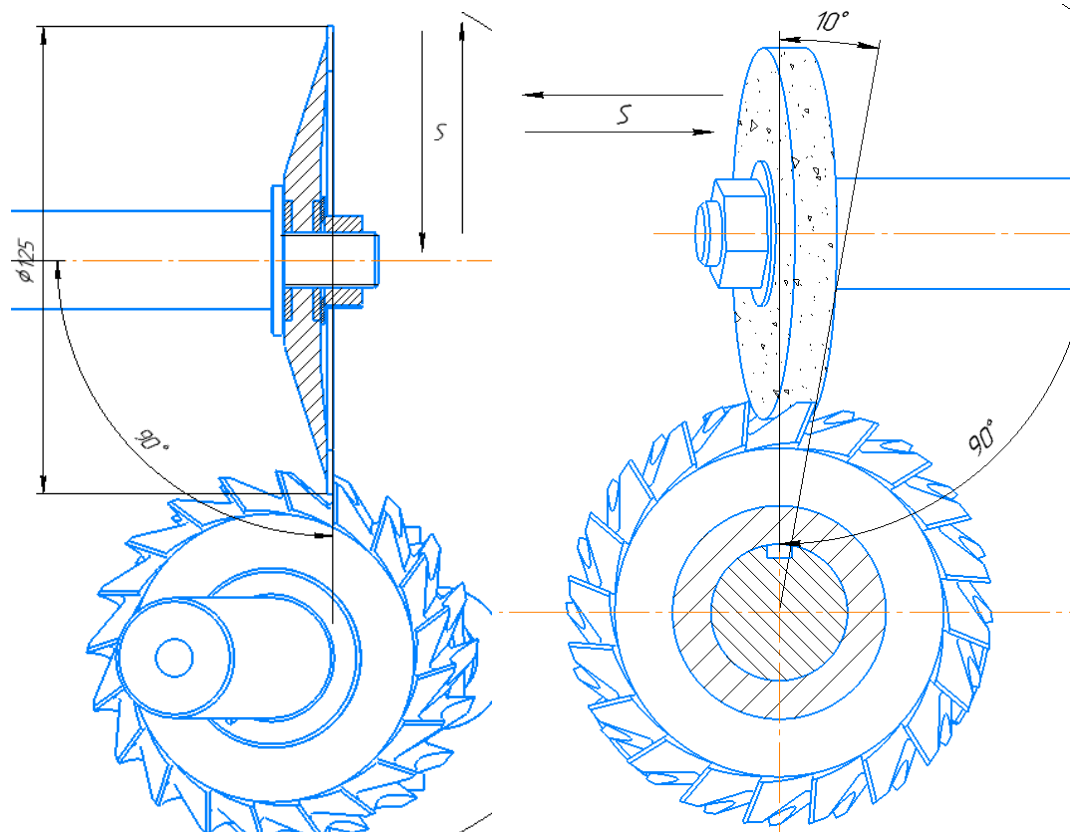


Рисунок 4.3-Заготовка яку потрібно обробити

Для даної операції заточування можна використовувати універсальний заточний вестат моделі 3В642 , або більш новіших моделей. Також для заточування по задній поверхні потрібно використовувати пристосування бабку універсальну трьохповоротню.

4.5 Розробка токарної операції з ЧПК за допомогою програми Inventor2020

Шорсткість заготовки Ra3,2;

Габаритні розміри заготовки:

-діаметр $\varnothing 102$ мм;

-ширина деталі 36,6 мм.

Маса деталі становить після обробки 1,7 кг.

Матеріал :Сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73

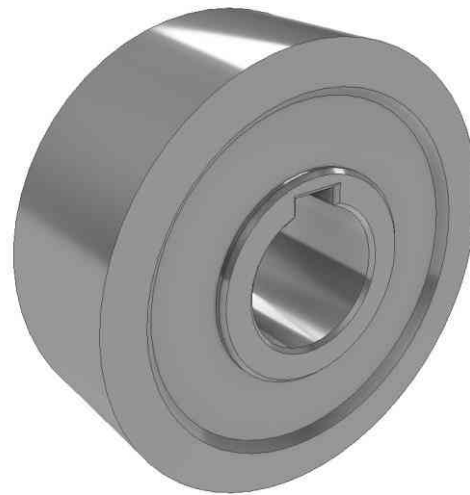
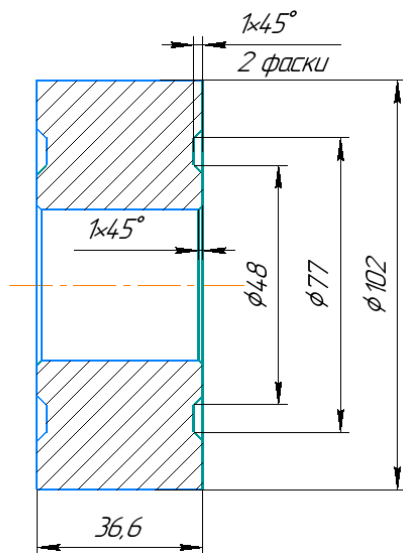


Рисунок 4.4-Заготовка яку потрібно обробити

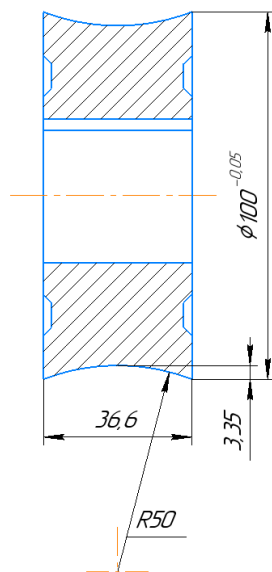


Рисунок 4.5-Заготовка яку потрібно отримати

Для оброблення цієї поверхні вибираємо **CTX 310 ecoline**

CTX 310 Верстат токарний з ЧПУ

Виробником токарного верстата з ЧПУ CTX 310 є компанія DMG MORI, утворена в 2009 році найбільшими верстатобудівними компаніями світу Gildemeister і Mori Seiki [28].

Переваги:

- Револьвер з сервоприводом VDI 30 з 12 приводними позиціями для інструменту [28].

- Час зміни інструменту між позиціями, розташованими під кутом 30 °

- Гідравлічний затиск для високих швидкостей обертання

- Великий вибір пакетів опцій [28].

- Пакет для обробки прутка і інтерфейс для підключення пристрою подачі прутка [28].

- Пакет видалення стружки

- Пакет для налагодження

- пакет автоматизації

- Пульт управління DMG MORI SLIMline з мультисенсорним екраном діагоналю 19 "з призначенням для користувача інтерфейсом SINUMERIK Operate 4.7 на базі SIEMENS 840D sl [28].

- Технологія 3D-управління: симуляція обробки інструментом з допомогою сенсорного управління [28].

- Багатозадачна обробка: вибір режимів свердління - глухе свердління / наскрізне свердління; програмування з новою технологією глибокого свердління [28].

- Практичний і ергономічний мультисенсорний екран з високою роздільною здатністю діагоналю 19 "з діапазоном нахилу 59 ° [28].

- Ключові характеристики

- Висока стабільність досягається завдяки конструкції з литої станини з 4 напрямними [28].

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						89
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

-Лінійні направляючі по осях X і Z забезпечують високу динамічність верстата [28].

-Високодинамічний привід шпинделя з прискоренням від 0 до 5 000 об / хв за 5 [28].

Технічний опис верстата CTX 310 есо [28].

Станина верстата має кут нахилу 45 ° і являє собою єдину компактну і має високий коефіцієнт опору «скручування» деталь. Всі напрямні є напрямними кочення. Наявність 4-х напрямних забезпечує можливість незалежного переміщення задньої бабки. Напрямні осі Z закриті захисними кожухами, що підвищує безпеку і збільшує термін служби верстата [28].

Шпиндельна бабка Шпиндель встановлений в радіально-наполегливих підшипниках зі змазкою, розрахованої на весь термін експлуатації верстата. Безщітковий асинхронний двигун з ремінним приводом і прямою вимірювальною системою з високою роздільною здатністю [28].

Хрестовий супорт Всі напрямні є напрямними кочення з попереднім натягом [28].

Приводи подач Приводу переміщень в поздовжньому (вісь Z) і поперечному (вісь X) напрямках є високо приводами змінного струму. Рух передається за допомогою ШВП з попереднім натягом і двома підшипниковими опорами [28].

Вимірювальна система Осі X і Z оснащені обертовими абсолютними кутовими вимірювальними системами (енкодери) [28].

Інструментальний револьвер без приводного інструмента Револьверна головка з 12 інструментальними позиціями. Вибір позиції здійснюється по найкоротшому куту повороту. Інструментотримачі по DIN 69880 (VDI 3425) з циліндричним хвостовиком \varnothing 30 мм. 11 заглушок для гнізд VDI [28].

Інструментальний револьвер з приводним інструментом Револьверна головка з 12 інструментальними позиціями. Вибір позиції здійснюється по

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						90
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

найкоротшому куту повороту. Інструментотримачі по DIN 69880 (VDI 3425) з циліндричним хвостовиком \varnothing 30 мм. Привід для 12 позицій, хвостовик приводних станцій по DIN 5480 W16x0,8x30x18). 11 пластикових заглушок для гнізд VDI [28].

Ось С призначена для позиціонування і безперервного управління поворотом головного шпинделя, включаючи гідравлічний гальмо. Включаючи М-функцію. * Тільки для верстатів з віссю С [28].

Задня бабка з обертовим центром встановлена на окремих напрямних кочення. Задня бабка переміщається автоматично за допомогою гідравліки, зі збільшеною швидкістю [28].

Шарнірний транспортер стружки з баком для МОР, ємність 200 л, висота підйому 1200мм [28].

Електроживлення Робоча напруга: 400 В, +/- 10%, 50Гц +/- 1% Напруга мережі управління: 24 В, постійний струм Освітлення: 24 В, постійний струм, захист по IP 67 Електроприлади: DIN EN 60204 T1, захист шафи управління по IP 54 [28].

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						91
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

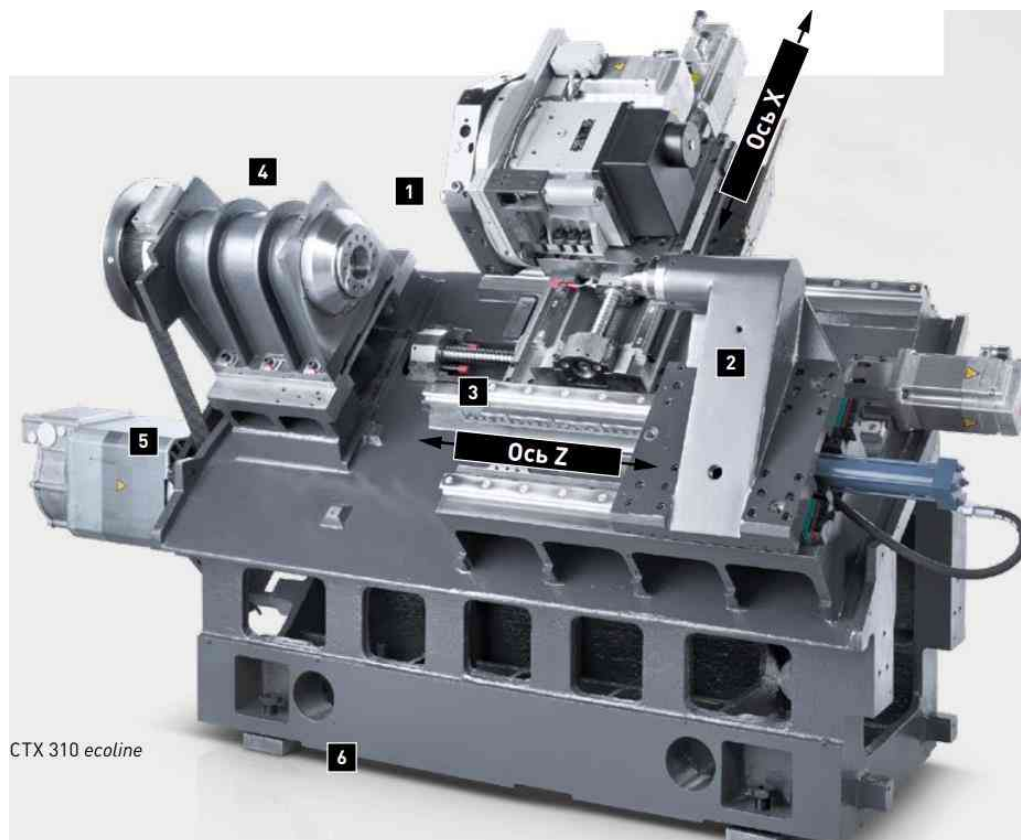


Рисунок 4.6–Вибір заготовки [29].

1. Револьвер (Револьвер з сервоприводом VDI 30/40 12 приводних позицій для інструменту VDI і 6 PU); 2. Переміщувана задня бабка для обробки валів; 3. Лінійні направляючі По осях X і Z – забезпечують високу динамічність верстата; 4. найбільший діаметр оброблюваного прутка CTX 310 ecoline: $\varnothing 51\text{мм}$ / $\varnothing 65\text{мм}$ 5. Високодинамічний привід шпинделя CTX 310 ecoline: прискорення 0-5000об / хв за 5,8с; 6. Лита станина з 4 напрямними Високоякісна похила станина (під кутом 45°) з чавуну являє собою компактне, стійке до зусиль скручування підставу.

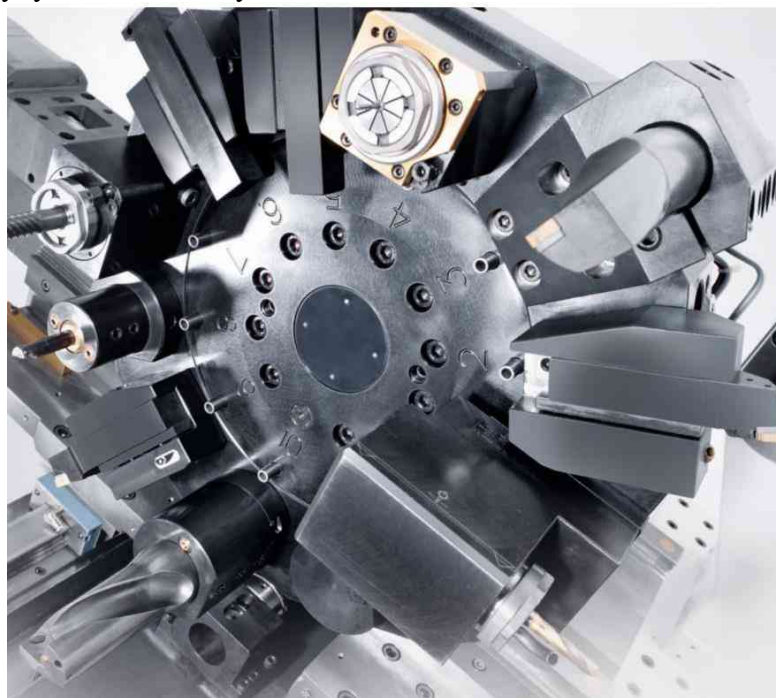


Рисунок 4.7–Ревельвер з сервокеруванням [29].

Таблиця 4.1- Технічні характеристики CTX 310 ecoline [29].

Специфікація	Одиниці виміру	CTX 310 ecoline
Робоча зона	мм	
Діаметр встановлюючий	мм	330
Діаметр над супортом, макс.	мм	260
Діаметр оброблюваний, макс.	мм	200
Поперечний хід (X)	мм	182,5
Повздовжній хід (Z)	мм	455
Прискорений хід (X/Z)	мм	30/30
Головний шпиндель		
фланець шпинделя	мм	140h5
Діаметр проходу прутка, макс.	мм	ø51/ø65*
Діаметр переднього підшипника	мм	100
Зажимний патрон	мм	210*
Потужність приводу (40/100% ED)	мм	16,5/11
Крутний момент, макс. (40% ED)	мм	166,5/112
Частота обертання, макс	об/хв	500
Точність позиціонування		
Згідно ISO 230-2 по осі X / Z- (система непрямого вимірювання)	мкм	8/8
Згідно ISO 230-2 на осі C	-	20
інструментальний револьвер		
Число інструментальних позицій		12
З них приводних		12
Діаметр кріплення держателя	мм	30
Потужність приводу (40% ED) при 2000об / хв	кВт	4,2
Крутний момент, макс. (40% ED)	Нм	20
Швидкість обертання, макс.	об/хв	4500
задня бабка		
Ход задньої бабки	мм	396
Конус кріплення центру в задній бабці	Мк	4
Зусилля задньої бабки, макс.	даН	400
Напрявні		
Привід з кульковою гвинтовою парою по осі X / Z (D × P)	мм	32x10
вага верстата		
Вага верстата (без транспортера стружки)	кг	3400 (V1)
Вага верстата (з транспортером стружки)	кг	3770 (V1)
Системи управління		
19" DMG MORI SLIMline c Operate на SIEMENS 840D sl		

Для створення керуючої програми використовуємо Inventor2020 CAM тому що саме ця програма використовується на підприємстві «ВІЗАР»

Заготовку потрібно закріпити на оправку, та затиснути в трьохкулачковий патрон як показано на рисунку 4.8.

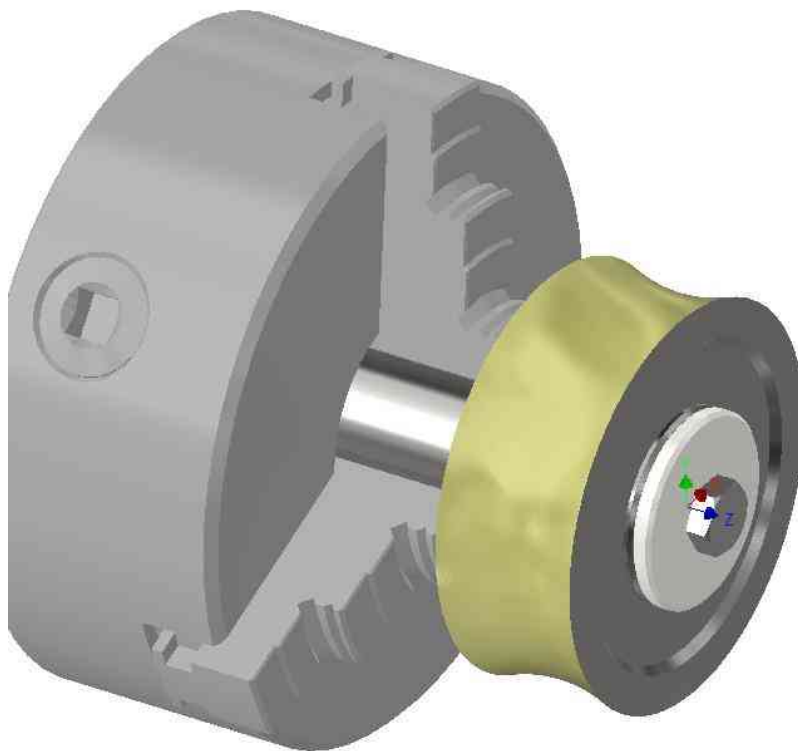


Рисунок 4.8–Вибір заготовки

Заготовка кріпиться на оправці та притискається шайбою з болтом, як показано на рисунку 4.9

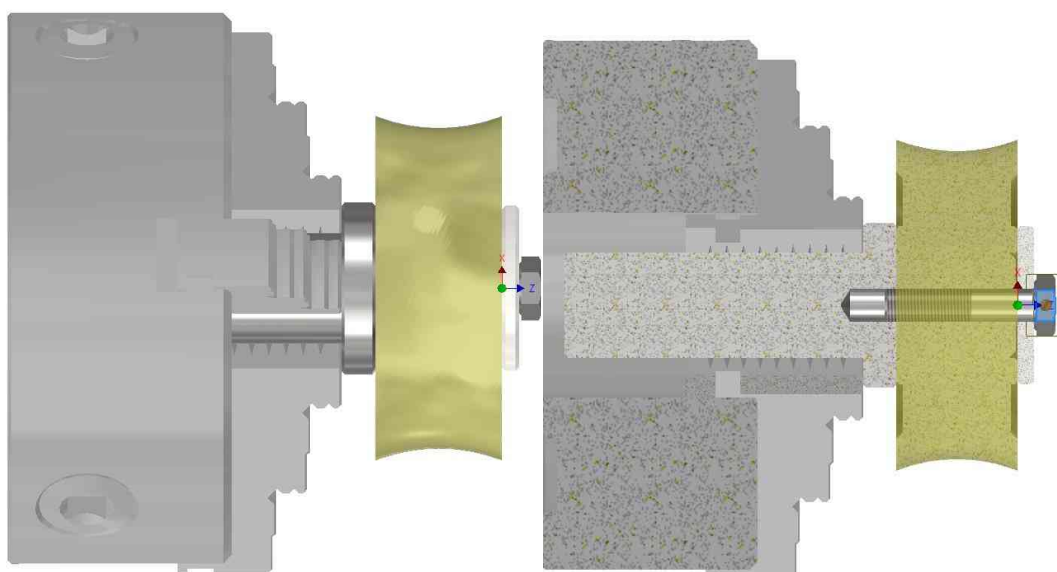


Рисунок 4.9–Вибір заготовки

Кординатні осі мають наступне положення показане на рисунку 4.10

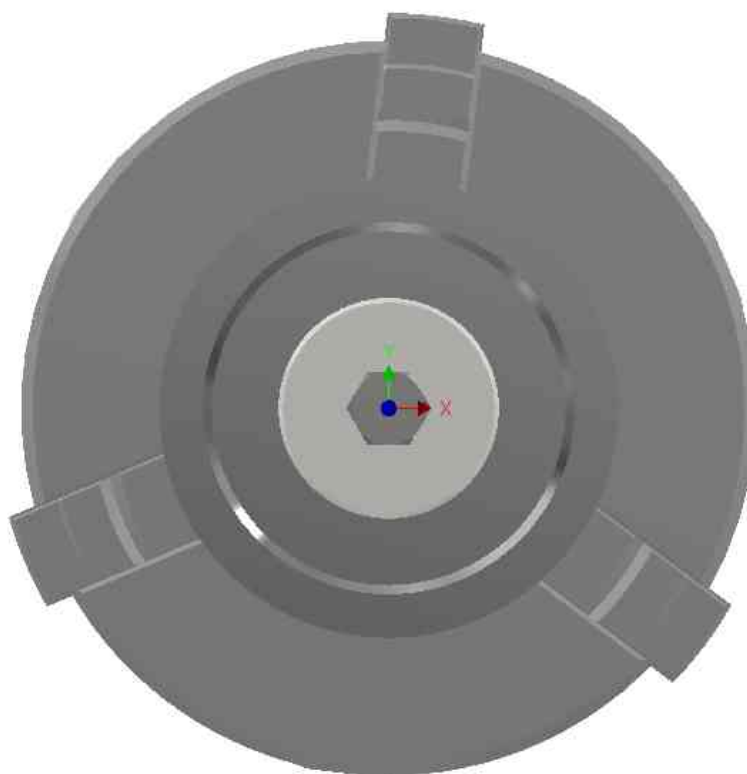


Рисунок 4.10–Вибір заготовки

Вибір заготовки – вибираємо заготовку , певних розмірів та вказуємо напрямлення осей .

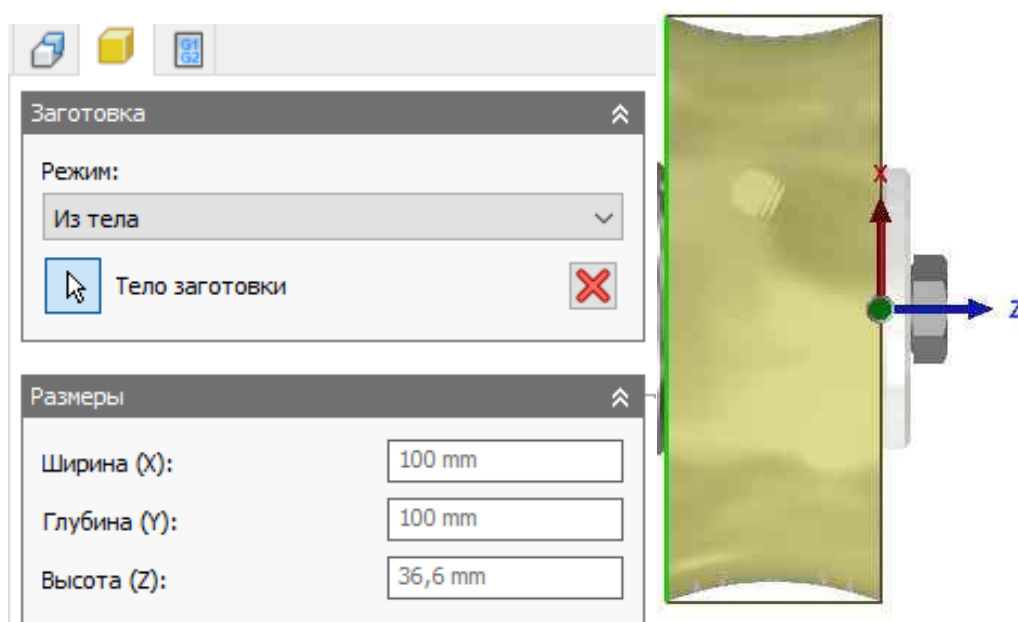


Рисунок 4.11–Вибір заготовки

Задаємо головні діаметри показане на рисунку 4.12

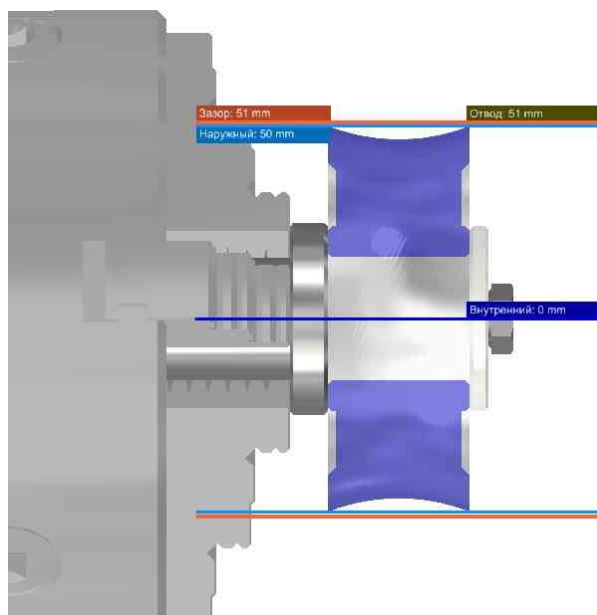


Рисунок 4.12–Вибір полей

Вибираємо інструмент для оброблення показане на рисунку 4.13

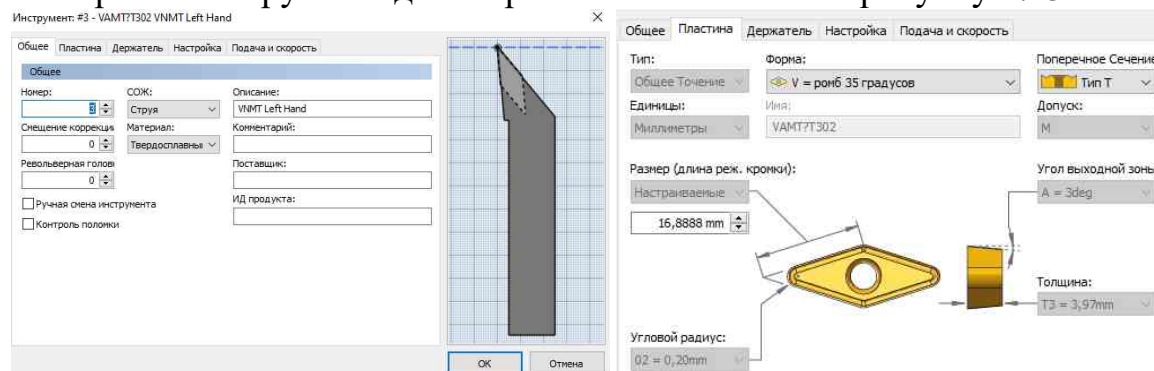


Рисунок 4.13–Вибір інструменту

Програма створює сама траєкторію руху інструменту показане на рисунку 4.14



Рисунок 4.14–Траєкторія руху інструменту

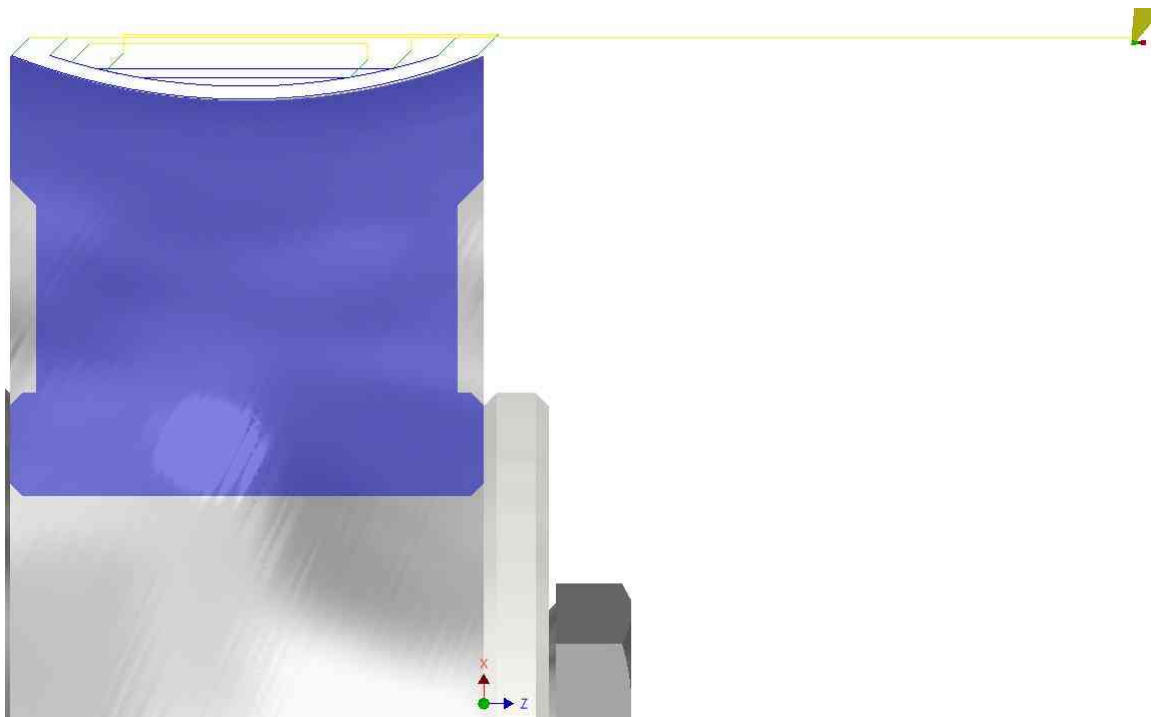


Рисунок 4.15–Траекторія руху інструменту з осями координат

Код програми наведений в додатку А

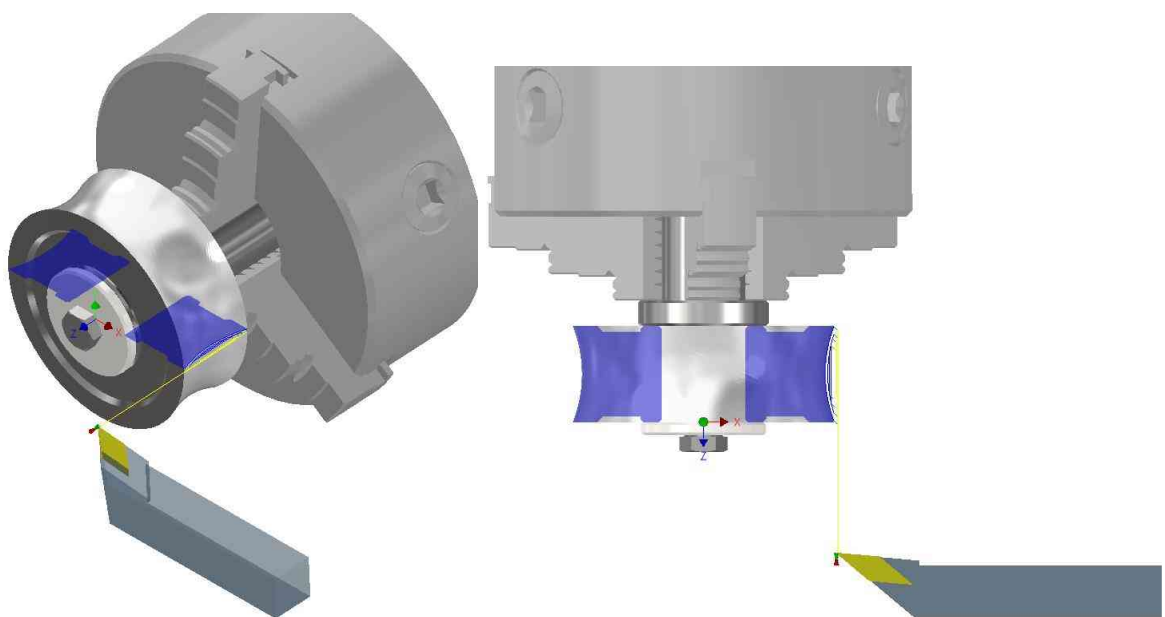


Рисунок 4.16–Траекторія руху інструменту

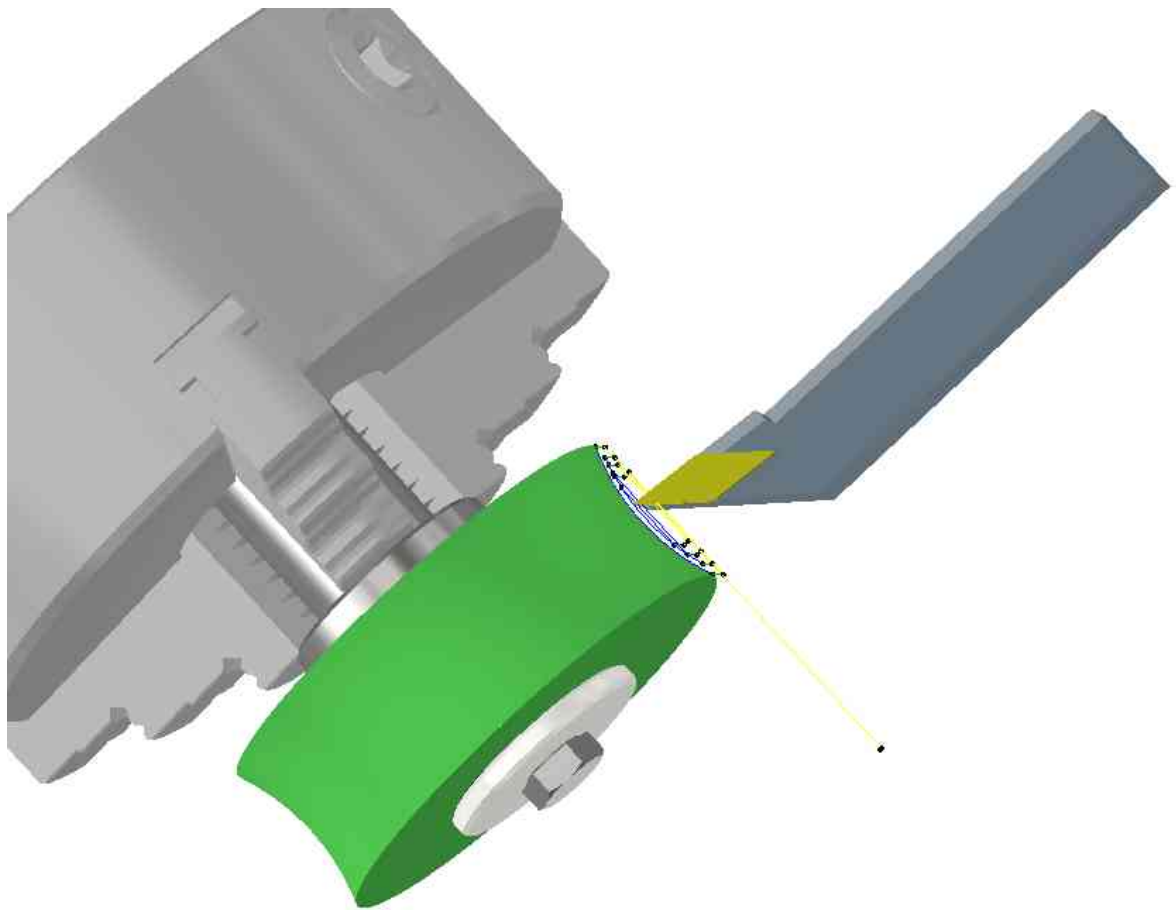


Рисунок 4.17–Траекторія руху інструменту

Результатом даної роботи було підготувати поверхню до шліфування і надати їй певний радіус, щоб зекономити ресурс шліфувального круга та зекономити час на лишню обробку.

Висновок

Завданням даної роботи було створити фрезу, яка оброблює обічайку камеру виробу РК-3, спрофілювати даний інструмент, створити технологію виготовлення фрези та робочий кресленик. Для зручності роботи на горизонтально-фрезерному верстаті 6Р81 було розроблено універсальну ділильну головку УГД Н-100. Гострозаточені фрези можна доволі багато переточувати, тому створений лист поновлення працездатності інструменту.

Оскільки дана дипломна робота виконувалася на замовлення воєнної фірми, наводити фотодокази було заборонено підприємством, доказом може слугувати підпис головного інженера підприємства «Візар» на акті прийнятих робіт.

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		99

Література

1. Сталь марки 30ХГСН2А [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/30XGSH2A.
2. Смазочно-охлаждающая жидкость биоль / сож биоль [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://novohim.com.ua/catalog/smazочно-oxlazhdayushhie-zhidkosti-sozh/sozh-biol/>.
3. Колесников А. А. Червячные фрезы [Электронный ресурс] / А. А. Колесников // Министерство образования и науки РФ Новосибирский Государственный Технический Университет. – 2011. – Режим доступа до ресурсу: <https://works.doklad.ru/view/f-rv2B5kEcs.html>.
4. Родин П. Р. Металлорежущие инструменты / Петро Радионович Родин. – Київ, 1986. – 455 с. – ("Вища школа"). – (34.63-5я73).
5. Металлорежущие инструменты / [Г. Н. Сахаров, О. Б. Арбузов, Ю. Л. Боровой та ін.]. – Київ, 1989. – 328 с. – ("Машиностроение"). – (ББК 34.63-5я73).
6. Энциклопедия по машиностроению XXL [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://mash-xxl.info/page/254172007251117069075203233219198222144011009141/>.
7. Схема углового затылования зуба фрезы [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://mash-xxl.info/page/120043189110236092067056238063190183069121180033/>.
8. 6Р81 станок консольно-фрезерный горизонтальный с поворотным столом - универсальный [Электронный ресурс]. – 1940. – Режим доступа до ресурсу: http://stanki-katalog.ru/sprav_6r81.htm.
9. Технические условия ГОСТ 19265-73 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.lador.ru/gost/gost-19265-73.pdf>.

10. Выбор геометрии инструмента и режимов резания при фрезеровании [Электронный ресурс] // Новосибирск. – 2008. – Режим доступа до ресурсу: <https://studfile.net/preview/5830221/>.
11. Ануриев В. И. Справочник конструктора машиностроителя / В. И. Ануриев. – Москва: 8-е, 2001. – 912 с. – ("Машиностроение"). – (ISBN5-217-02964-1).
12. ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ І ГЕОМЕТРІЇ ФРЕЗ [Электронный ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://tgm.nmu.org.ua/ua/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4.%D1%83%D0%BA%D0%B0%D0%B7.%20%D0%BB%D0%B0%D0%B1%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82.pdf>.
13. Фрезы фасонные полукруглые выпуклые, вогнутые и радиусные. Технические условия [Электронный ресурс]. – 2001. – Режим доступа до ресурсу: <http://vsegost.com/Catalog/96/9676.shtml>.
14. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://docs.cntd.ru/document/gost-18088-83>.
15. Коротный Д. М. Фрезы / Д. М. Коротный. – Москва, 1963. – 120 с. – ("Машиностроение").
16. ПРОЕКТУВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СИСТЕМ ІНЖЕНЕРНОГО ДИЗАЙНУ / В. І.Солодкий, Ю. І. Адаменко, В. В. Вовк, Н. В. Мініцька. – Київ, 2020. – 225 с. – (КПІ ім. Ігоря Сікорського).
17. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов / В. И.Баранчиков, А. В. Жаринов, Н. Д. Юдина, А. И. Садыхов. – Москва, 1990. – 400 с. – ("Машиностроение").
18. Косиловой А. Г. Справочник технолога -машиностроителя / А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерикова. – Москва: Том 2, 1986. – 496 с. – ("Машиностроение").

19. Делительная головка [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа до ресурсу:
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0.
20. УДГ-100 (УДГ Н-100) Универсальная делительная головка [Электронный ресурс] // Рубикон. – 2020. – Режим доступа до ресурсу: http://stanki-katalog.ru/sprav_udg100.htm.
21. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1/Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 656 с., ил.
22. Розрахунок норм часу [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://studfile.net/preview/5170957/page:13/>.
23. Родин П. Р. Металлорежущие инструменты / П. Р. Родин. – Київ, 1979. – 432 с. – ("Вища школа"). – (31207.2703000000).
24. Різальний інструмент у прикладах і задачах / П. Р.Родін, Н. С. Равська, Л. І. Ковальова, Р. П. Родін. – Київ, 1994. – 294 с. – ("Вища школа"). – (ISBN 5-11-004302-7).
25. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя / В. И. Анурьев. – Москва, 1980. – 728 с. – ("Машиностроение"). – (2702000000).
26. Родин П. Р. Основы проектирования режущих инструментов / П. Р. Родин. – Київ, 1990. – 424 с. – ("Вища школа"). – (ISBN 5-11-001908-8).
27. Каталог новой продукции Walter engineering kompetenz – Germany, 2019. – 696 с. – (Germany).
28. 2000-2020 Рубико. СТХ 310 Станок токарный с ЧПУ [Электронный ресурс] / 2000-2020 Рубико – Режим доступа до ресурсу: http://stanki-katalog.ru/sprav_ctx310.htm.
29. СТХ 310 ecoline [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://ru.dmgmori.com/products/machines/turning/universal-turning/ctx-ecoline/ctx-310-ecoline>.

ДОДАТКИ

					ДП.МІ-п7105.00.000 ПЗ	Лист
						103
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А Керуюча програма ЧПК

; %_N_1025_MPF
; (30.06.2020)
N15 G90 G94 G18
N20 G71
N25 LIMS=S6000
N30 G53 G0 X0.
; Чорнове точіння
N35 T3 D1
N40 G54
N45 M8
N50 G95
N55 G97 S394 M4
N60 G0 X102. Z50
N65 G0 X102.828
N70 Z-2.081
N75 G1 X100. Z-3.495 F0.07
N80 G18 G2 X98. Z-7.033 I46.331 K-15.005
N85 G1 Z-29.967
N90 G2 X100. Z-33.505 I47.331 K11.467
N95 G1 X102.828 Z-32.091
N100 G0 Z-5.619
N105 X100.828
N110 G1 X98. Z-7.033 F0.07
N115 G2 X96.631 Z-10.363 I47.331 K-11.467
N120 G1 Z-26.637
N125 G2 X99. Z-31.863 I48.015 K8.137
N130 G1 X101.828 Z-30.449
N135 G0 Z-8.949
N140 X99.459
N145 G1 X96.631 Z-10.363 F0.07
N150 G2 X97.631 Z-29.176 I48.015 K-8.137
N155 G1 X100.459 Z-27.762
N160 G0 X103.226
N165 Z1.101
Чистове точіння
N170 G1 X100. Z-0.512 F0.07
N175 G2 Z-36.488 I46.331 K-17.988
N180 G1 X102.828 Z-35.073
N185 G0 Z50
N190 X102.
N195 M9
N200 G53 X0.
N205 G53 Z0
N210 M30

Додаток Б Програма заміни дугою колом створена в програмі Mathcad 15

ординати першої точки (0;0)

$i := 1 \dots 3$

$x_{1_i} :=$ $y_{1_i} :=$

ординати другої точки

8.999981	2.807909
----------	----------

ординати третьої точки

18.002475	3.313651
-----------	----------

ординати четвертої точки

26.999981	2.278293
-----------	----------

ординати останньої точки

$x_2 := 36.005000$

$y_2 := -0.551272$

$$x_{0_i} := \frac{(x_2^2 + y_2^2)y_{1_i} - [(x_{1_i})^2 + (y_{1_i})^2]y_2}{2(x_2 \cdot y_{1_i} - x_{1_i} \cdot y_2)}$$

$$y_{0_i} := -\frac{(x_2^2 + y_2^2)x_{1_i} - [(x_{1_i})^2 + (y_{1_i})^2]x_2}{2(x_2 \cdot y_{1_i} - x_{1_i} \cdot y_2)}$$

ординати для першого варіанту

$x_{0_i} =$

17.395

$y_{0_i} =$

-39.929

ординати для другого варіанту

17.339

-43.638

ординати для третього варіанту

17.329

-44.242

$$r_{0_i} := \sqrt{(y_{0_i})^2 + (x_{0_i})^2}$$

$r_{0_i} =$

радіус для першого варіанту

43.553

радіус для другого варіанту

46.957

радіус для третього варіанту

47.515

МК	Маршрутна карта
----	-----------------

[illegible]

[illegible]

[illegible]

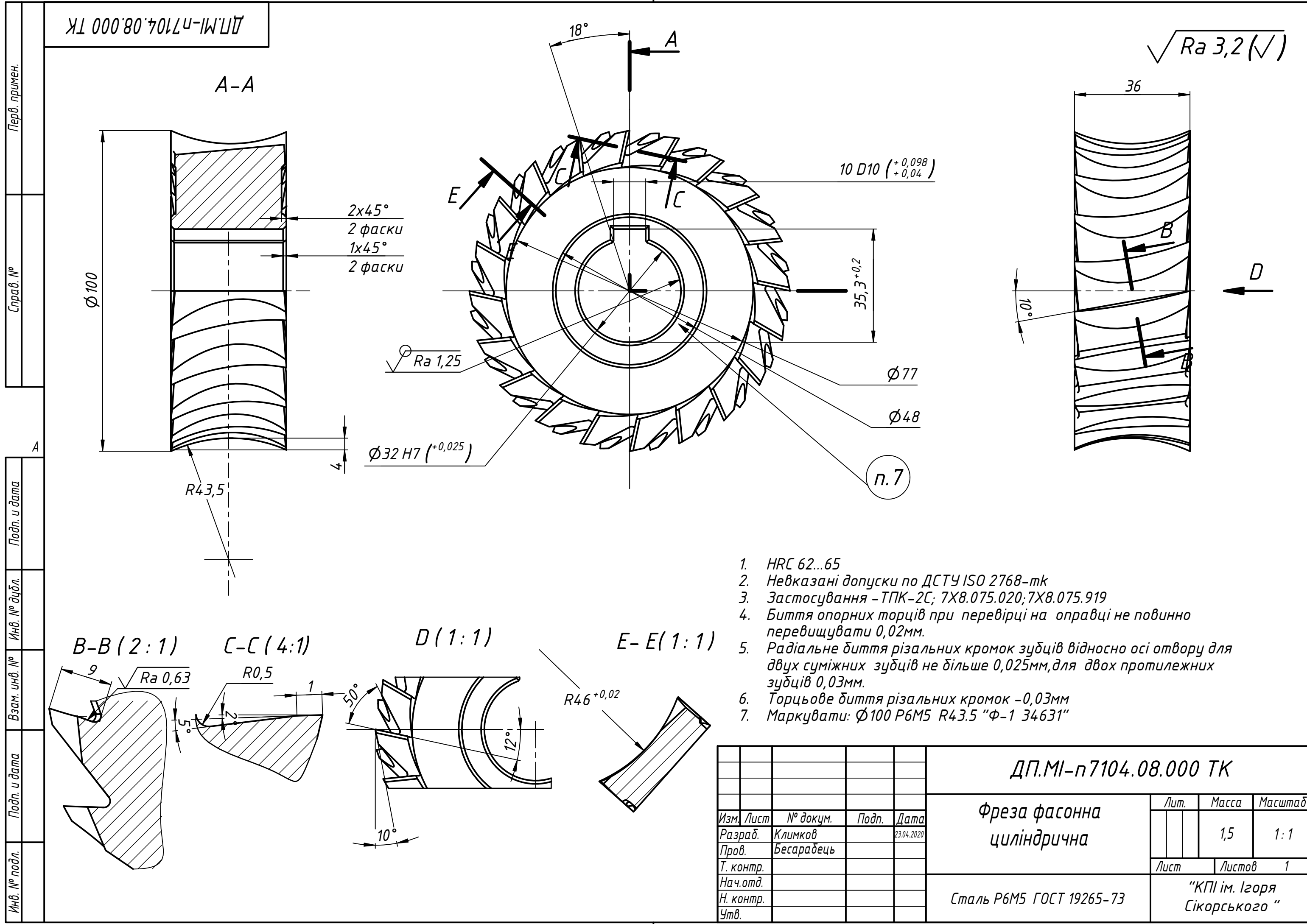
[illegible]

[illegible]

Дубл.																	
Взам.																	
Подп.																	
															7	7	
											ДП.МІ-п7105.00.000				ДП.МІ-п7105.00.000 МК		
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа									
Б	Код, найменування обладнання						См	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тпз	Тит
К/М	Наименования деталі, складальні одиниці або матеріалу						Позначення , код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
30																	
A 01	1	1	1	090	МАРКУВАЛЬНА			Дотримуватися вимог ИОТ 1, 2, 4, 5, 6, 12, 20,33									
Б 02	Лазерний станок										1					15	14,1
К 03	Готова деталь.																
О 04	Передати деталь в лазерний цех.																
О 05	Маркувати: Товарний знак V(Візар), Діаметр фрези ø87, Матеріал Р6М5																
Т 09	Тара 1ЯВ 1285.																
10																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	

[illegible]

[illegible]



ДП.МІ-п7104.08.000 ТК

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$

A-A

2x45°
2 фаски
1x45°
2 фаски

10 D10 (+0,098
+0,04)

35,3 ± 0,2

Ra 1,25

Ø77

Ø48

п.7

Ø32 H7 (+0,025)

R43,5

B-B (2:1)

C-C (4:1)

D (1:1)

E-E (1:1)

Ra 0,63

R0,5

R46 ± 0,02

1. HRC 62...65
2. Невказані допуски по ДСТУ ISO 2768-мк
3. Застосування - ТПК-2С; 7Х8.075.020; 7Х8.075.919
4. Биття опорних торців при перевірці на оправці не повинно перевищувати 0,02мм.
5. Радіальне биття різальних кромek зубців відносно осі отвору для двох суміжних зубців не більше 0,025мм, для двох протилежних зубців 0,03мм.
6. Торцьове биття різальних кромek - 0,03мм
7. Маркувати: Ø100 P6M5 R43.5 "Ф-1 34631"

ДП.МІ-п7104.08.000 ТК

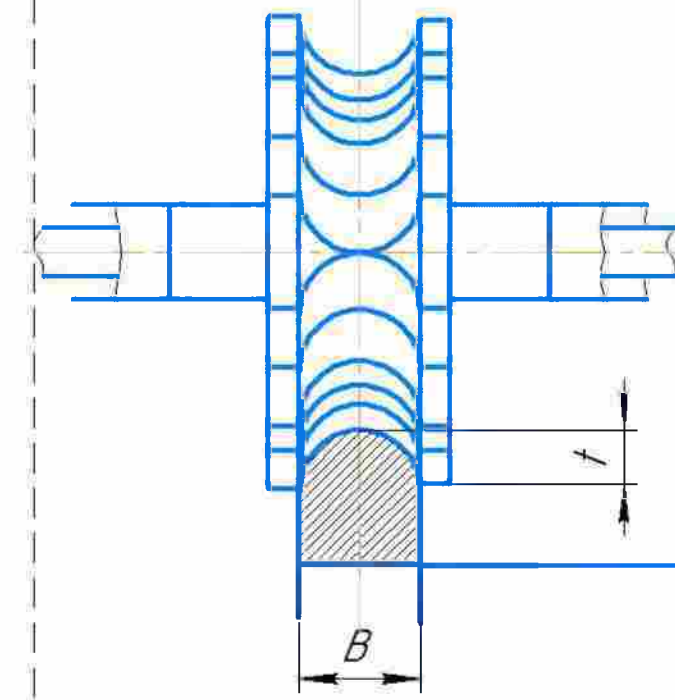
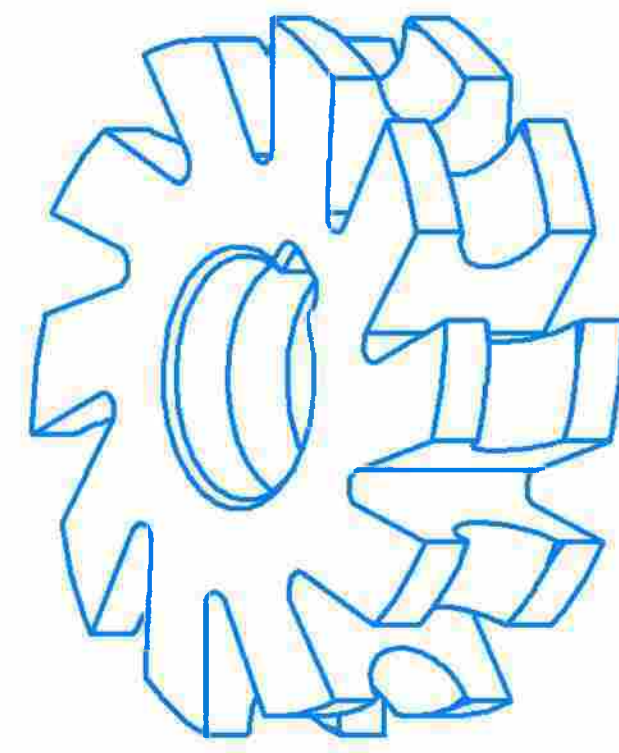
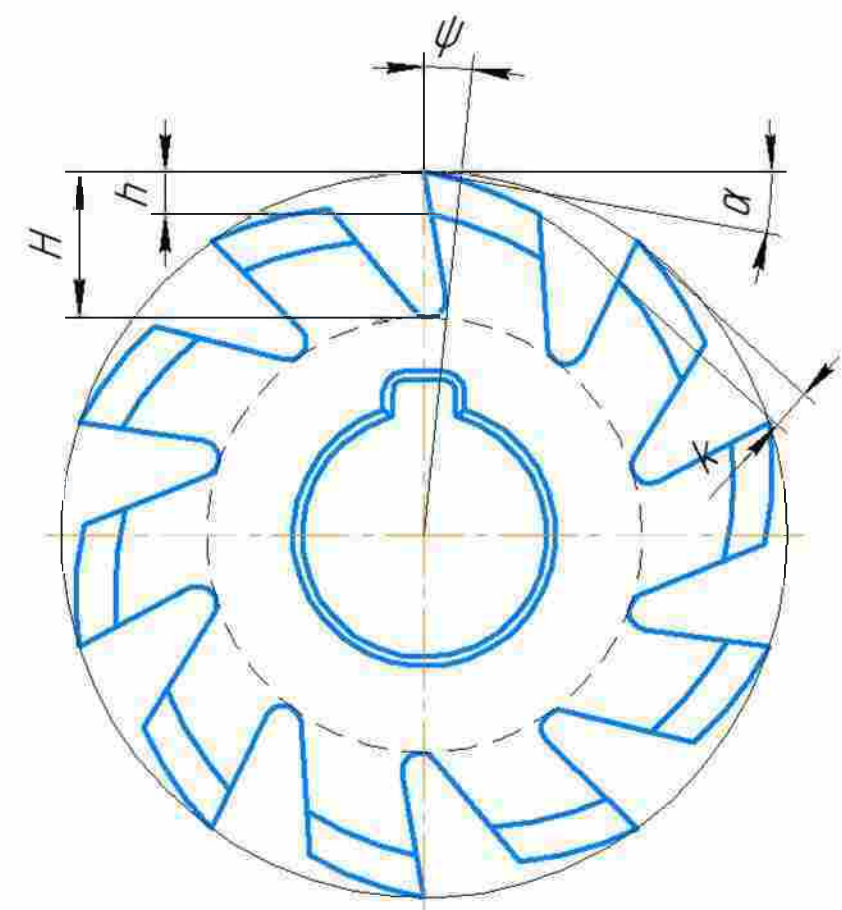
Фреза фасонна
циліндрична

Лист	Масса	Масштаб
1	1,5	1:1
Лист	Листов	1

Сталь P6M5 ГОСТ 19265-73

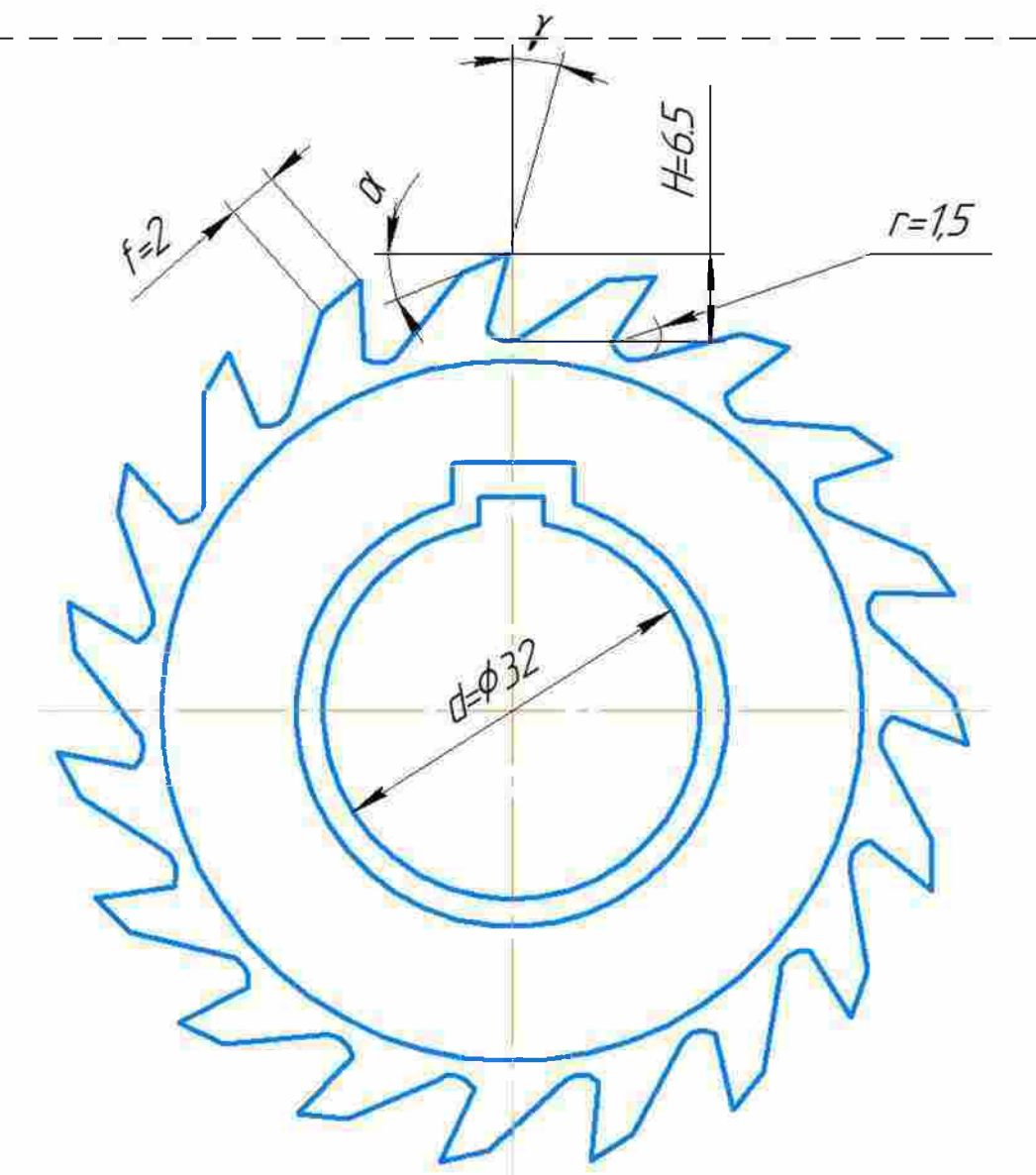
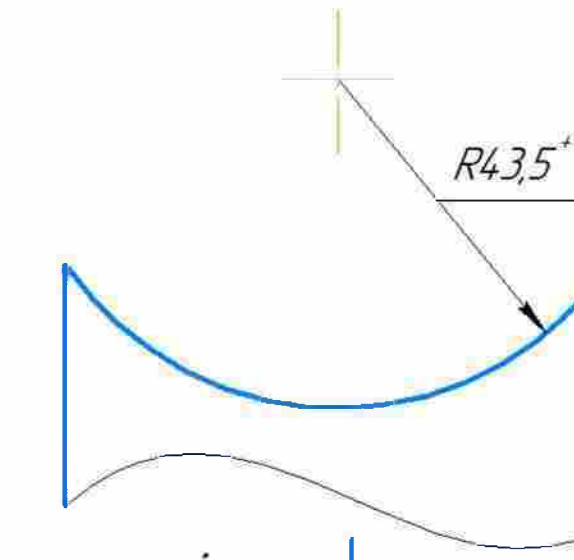
"КПІ ім. Ізгоря
Сікорського"

Синтез конструкції фрези



Здатність обробляти фасонний профіль

Фасонний профіль



Монолітність конструкції

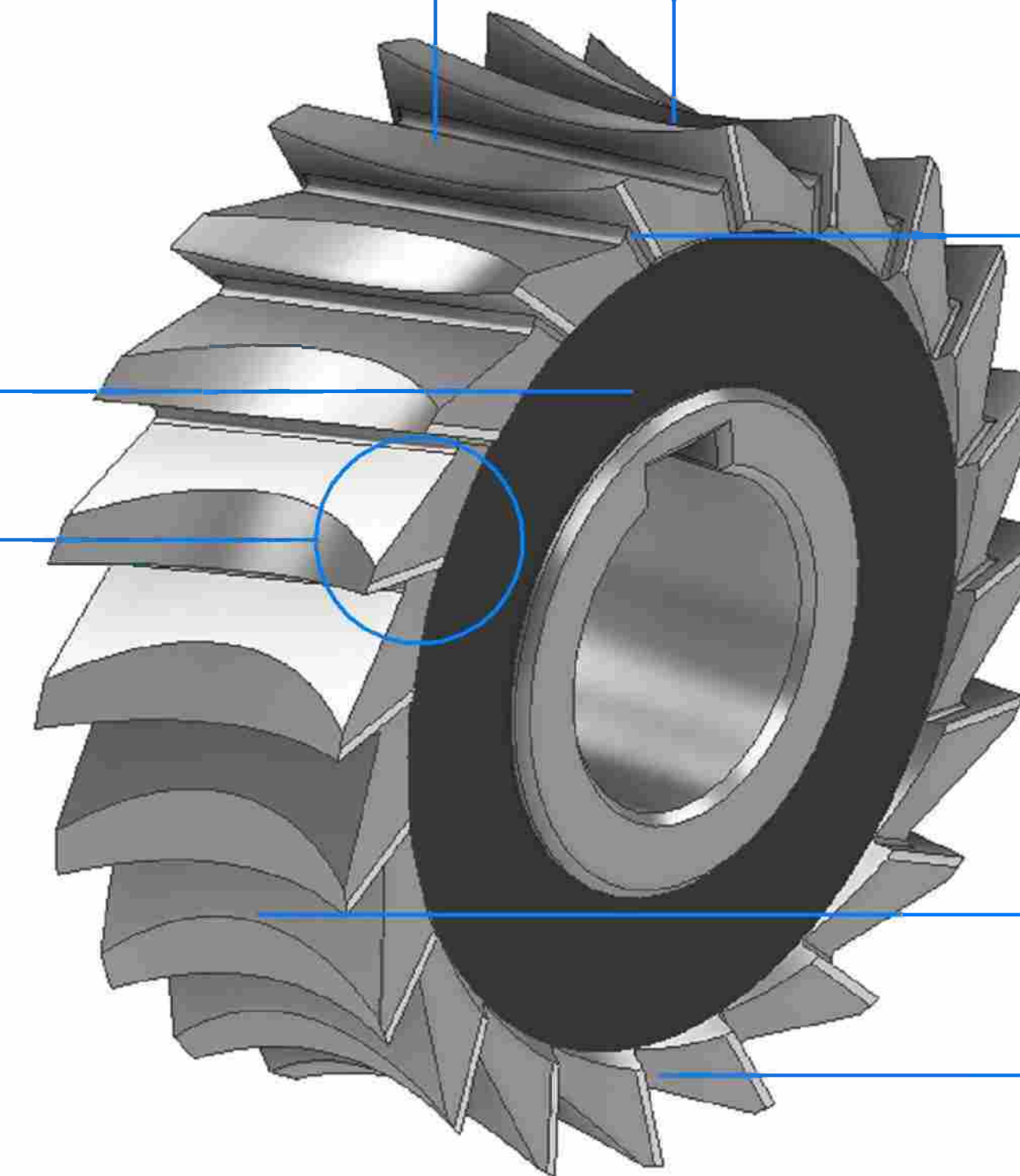
Монолітна затилована фреза

+	-
Фрези спец призначення	Менша кількість зубців
Содієвартість	Великі сили різання
	Складні у виготовленні
	менш продуктивні

Геометрія

Гострозаточена фреза

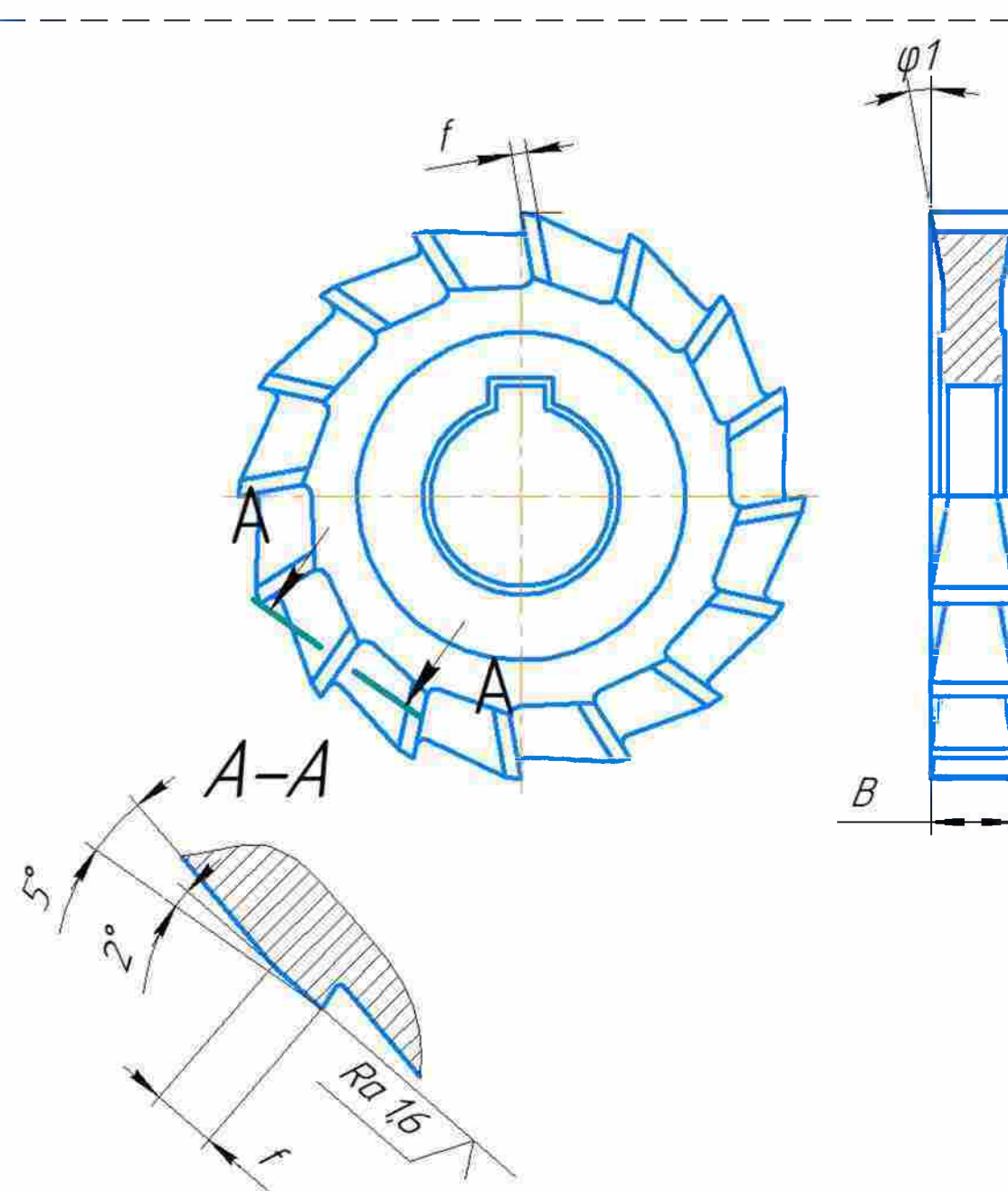
+	-
Більша кількість зубців	Содієвартість
Більша кількість переточувань	Переточування складніше
Забезпечують більш високий клас точності	
Стійкі	
Легко виготовити	



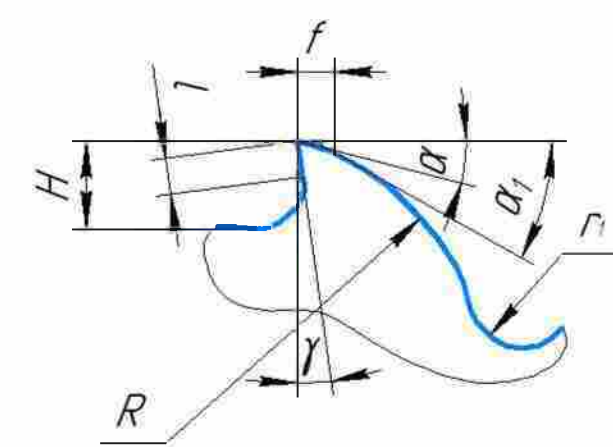
Фреза фасонна циліндрична

Нахил різальної кромки

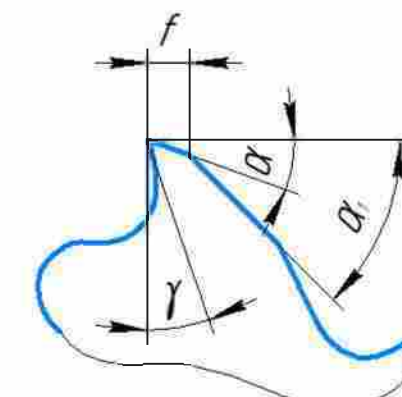
Торець



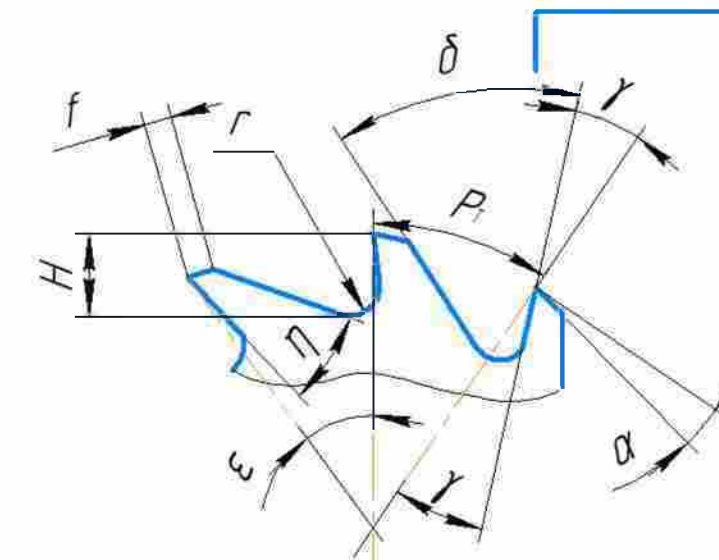
Фреза трьохстороння



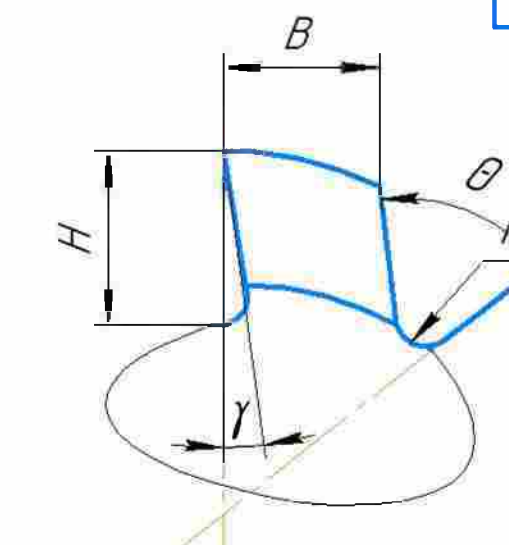
Криволінійний (параболічна)



Двукутовий(посилена)



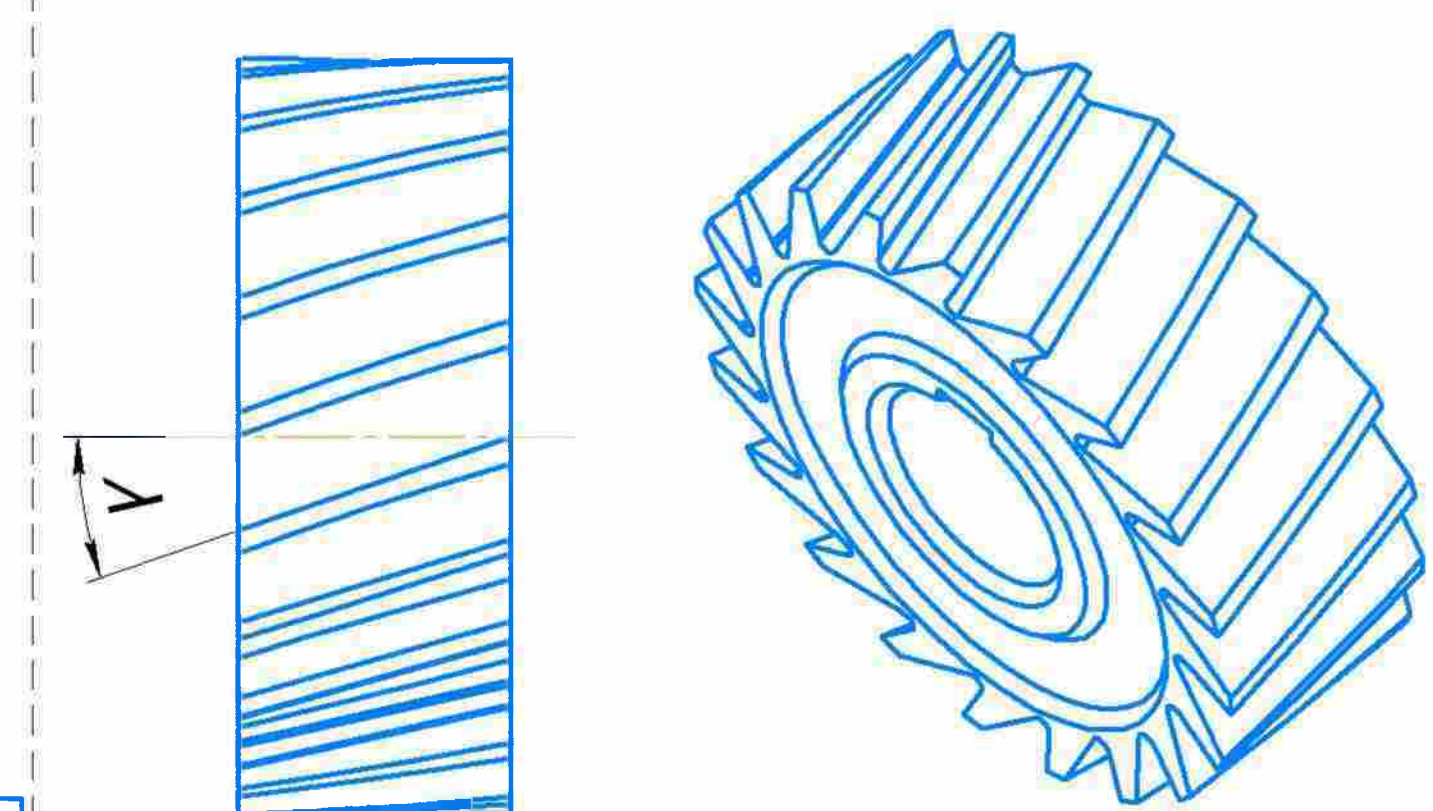
Трапеціїдальний



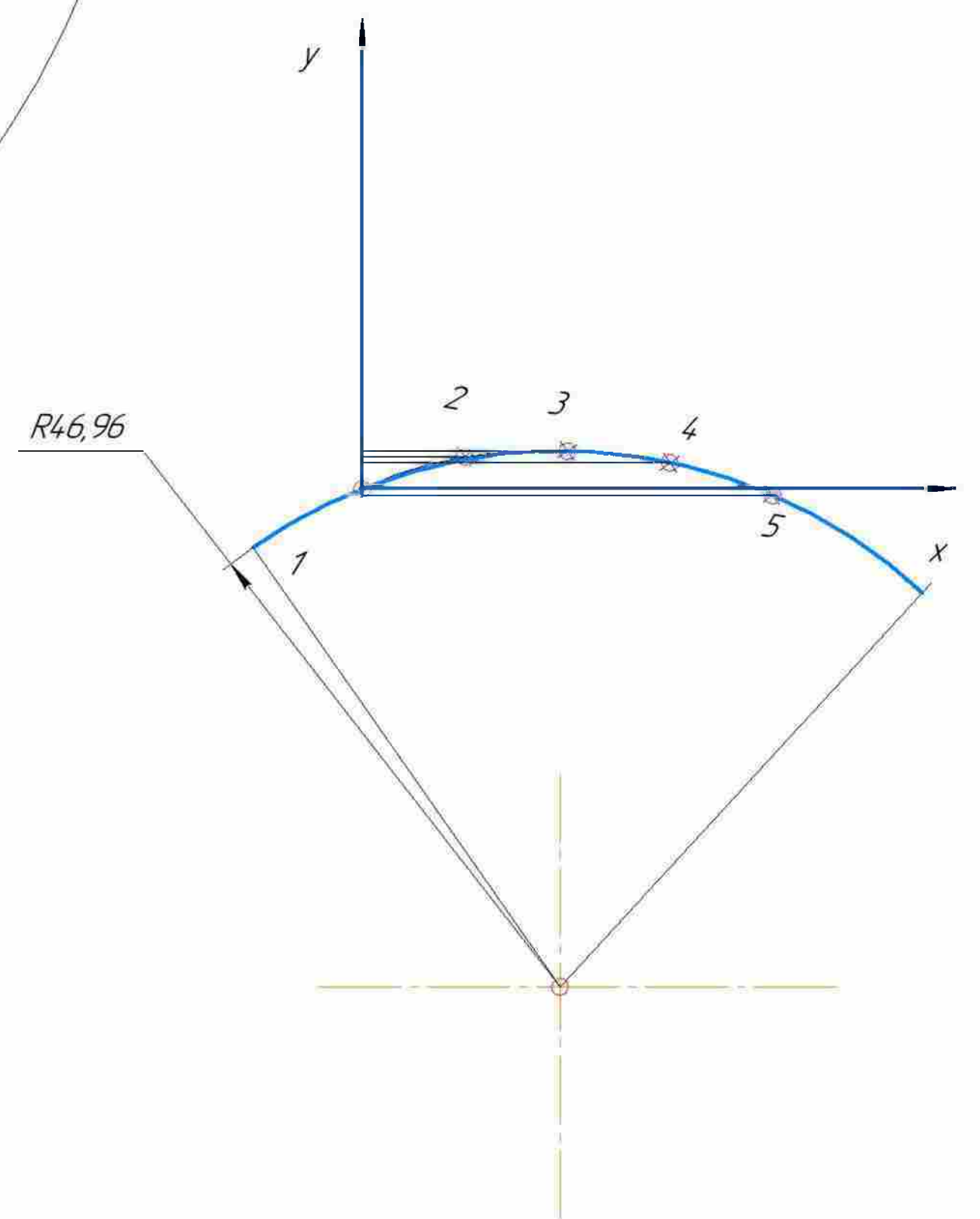
Затилований зуб

+	-
Здатність різати торцем	Складність у виготовленні

+	-
Плавність роботи	Змінна геометрія

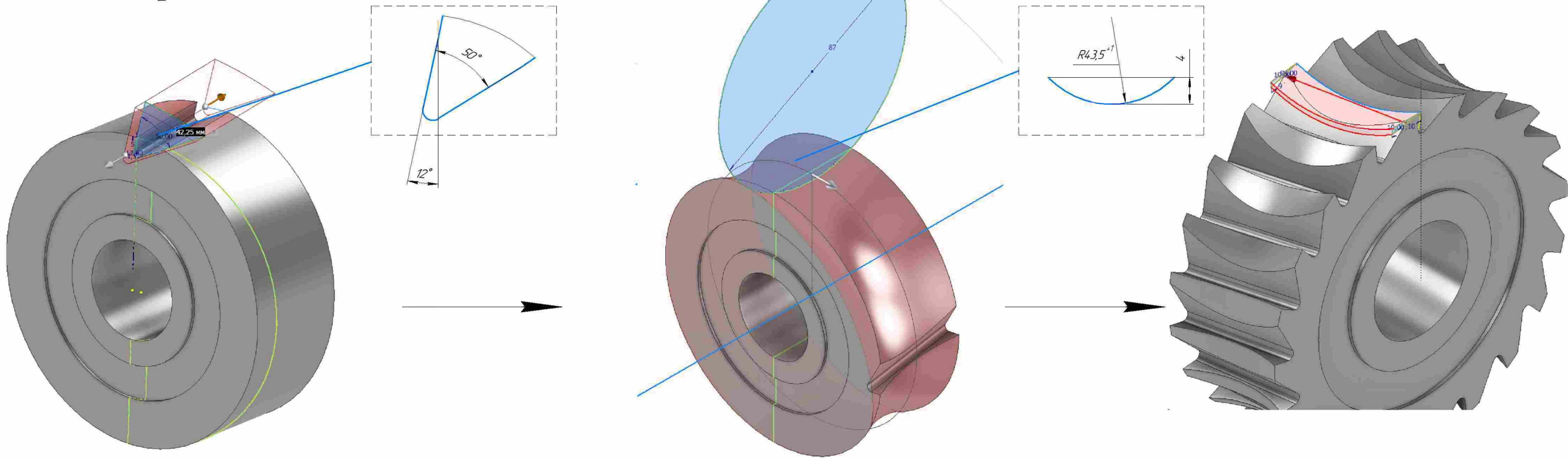


Фреза з кутом нахилу різальної кромки



						ДП.МІ-п7104.02.000 ТК				
						Профільювання фрези фасонної циліндричної		Авт.	Маса	Масштаб
Ім'я/Авт.	№ докум.	Підп.	Дата					2:1		
Розроб.	Клишків В.Ю.									
Пров.	Бєсєдєвєв Ю.					Авт.		Листов	1	
Інжнр.						КПІ ім. Ігоря Сікорського		Ф. 13		
Стб.										

Етапи побудови 3D моделі



1) Створення стружкової канавки

Операція 5 Побудова стружкової канавки

2) Формування фасонної поверхні

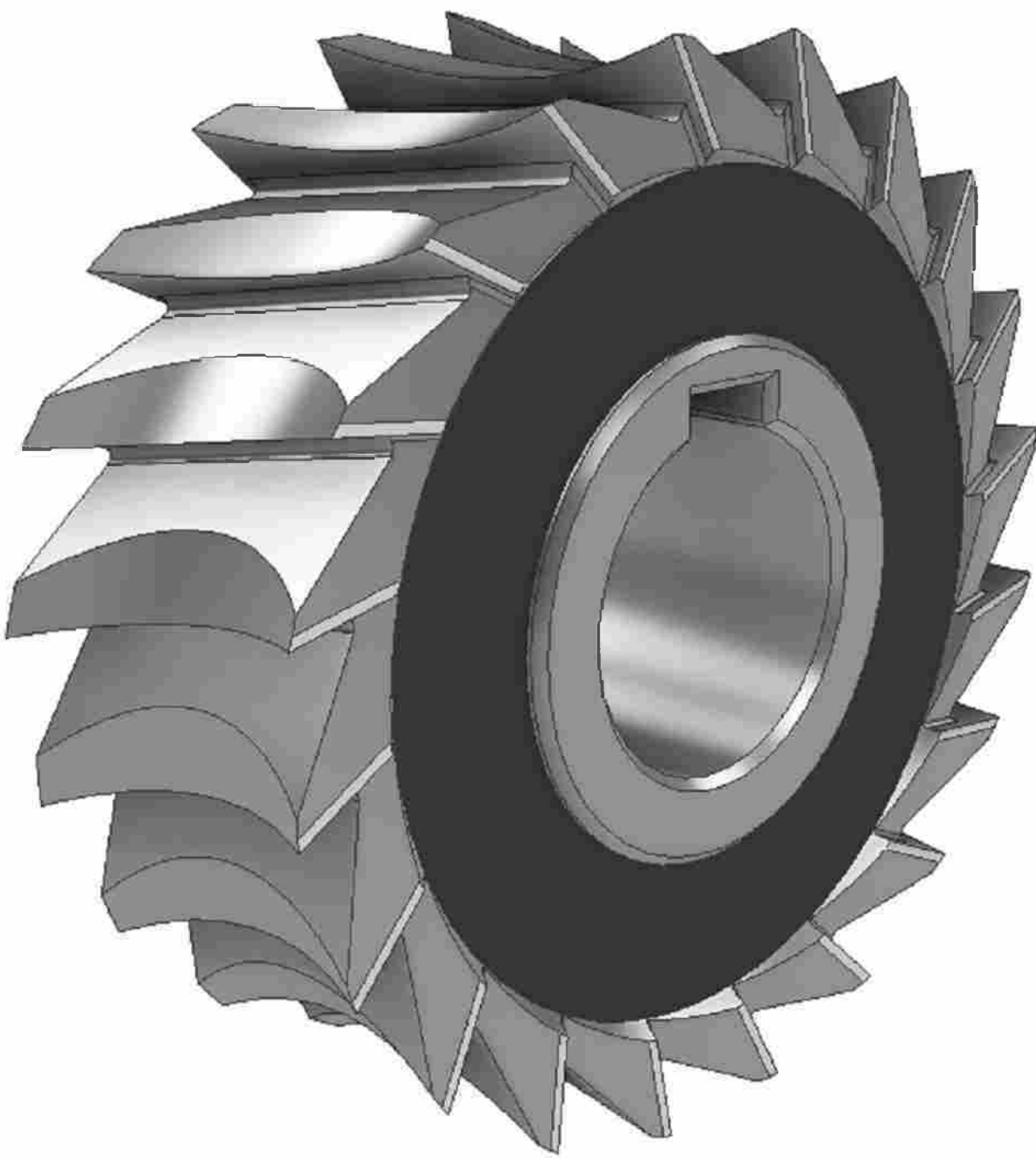
Операція 6 Утворення фасонної поверхні

3) Формування задньої поверхні

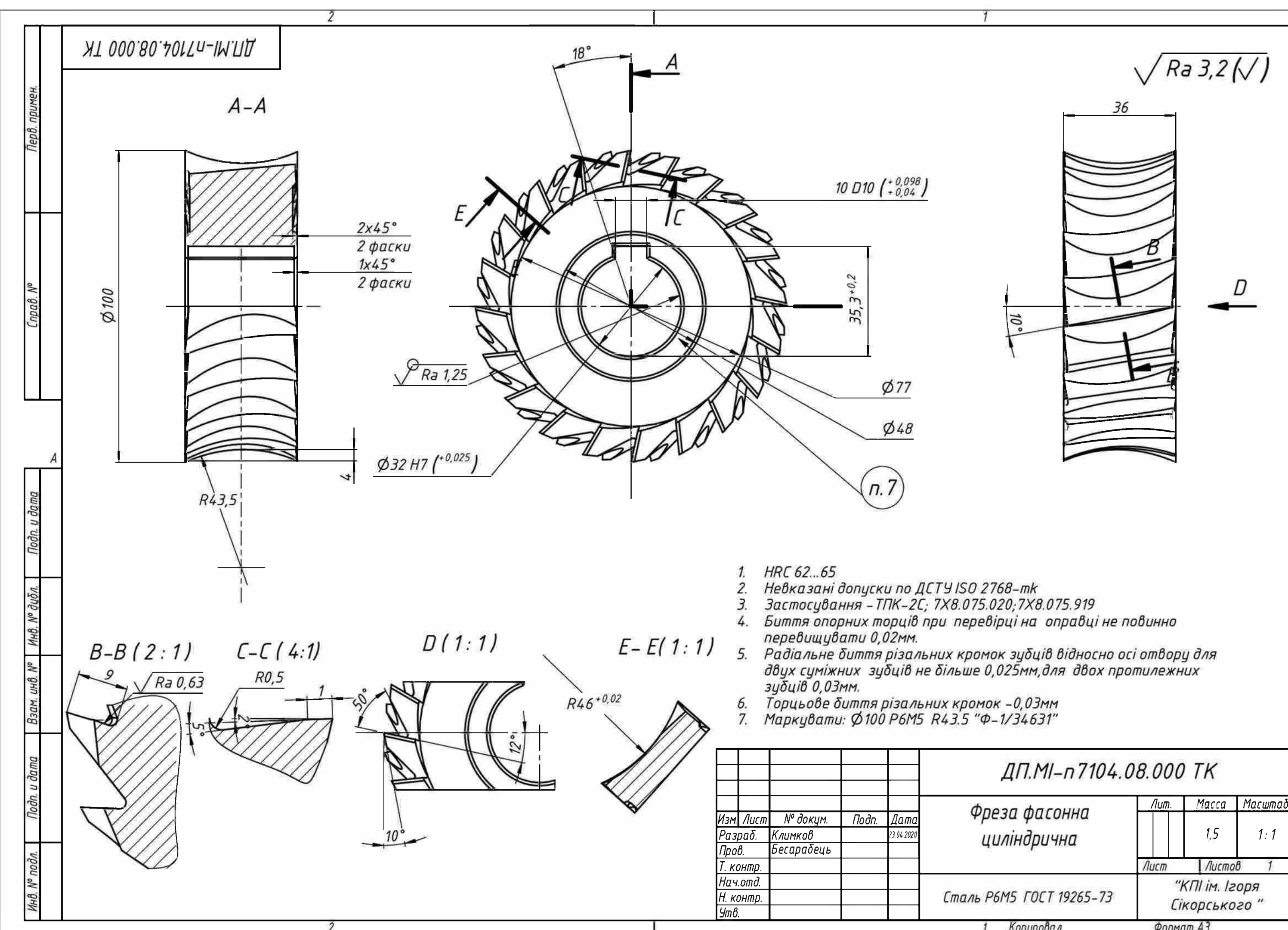
Операція 7 Формування задньої поверхні

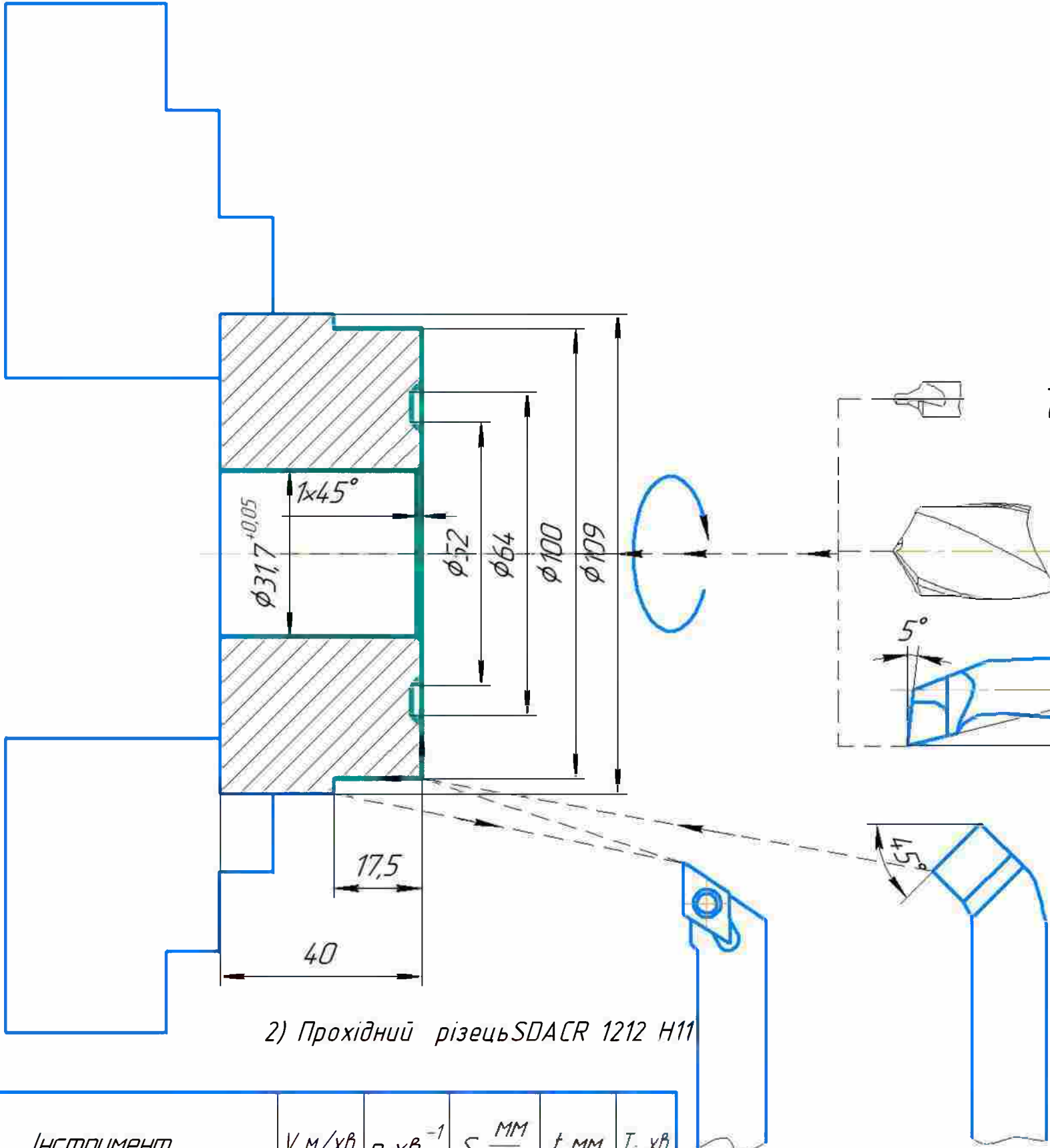
Дерево побудови

- 1) Створення головних діаметрів фрези 100,32 (Видавлення);
- 2) Створення канавки (Видавлення);
- 3) Дзеркальний переніс на іншу сторону (Дзеркальне відображення);
- 4) Створення робочої поверхні для Ескізу (Ескіз);
- 5) Побудова стружкової канавки (Роб.Площина);
- 6) Утворення фасонної поверхні (Обертання);
- 7) Формування задньої поверхні (Лофт);
- 8) Масив 20 зубців (Масив);
- 9) Створення додаткової поверхні і площини для операції 9(Ескіз);
- 10) Добудова передньої поверхні (Видавлення);
- 11) Масив 20зубців (Масив);
- 12) Створення шпандового пазу (Видавлення);
- 13) Створення бокової різальної кромки (Видавлення);
- 14) Дороблення діаметра для операції 2 (Видавлення);
- 15) Створення іншої бокової різальної кромки (Видавлення);
- 16) Спеціальна операція «Лофт» для операції 15(Лофт);
- 17) Створення з'єднань (Сопряжение);
- 18) Операція масив 20 зубців (Масив);
- 19) Спеціальна операція «Лофт» для іншої сторони (Лофт);
- 20) З'єднання кромки (Сопряжение);
- 21) Масив на 20 зубців (Масив);
- 22) Створення фасок (Фаска).



Результат





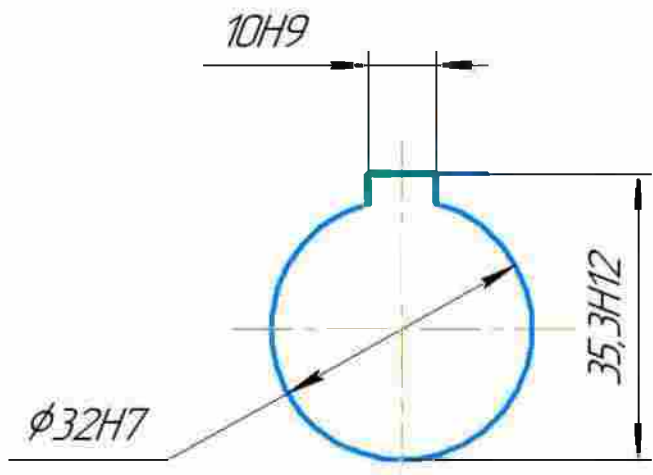
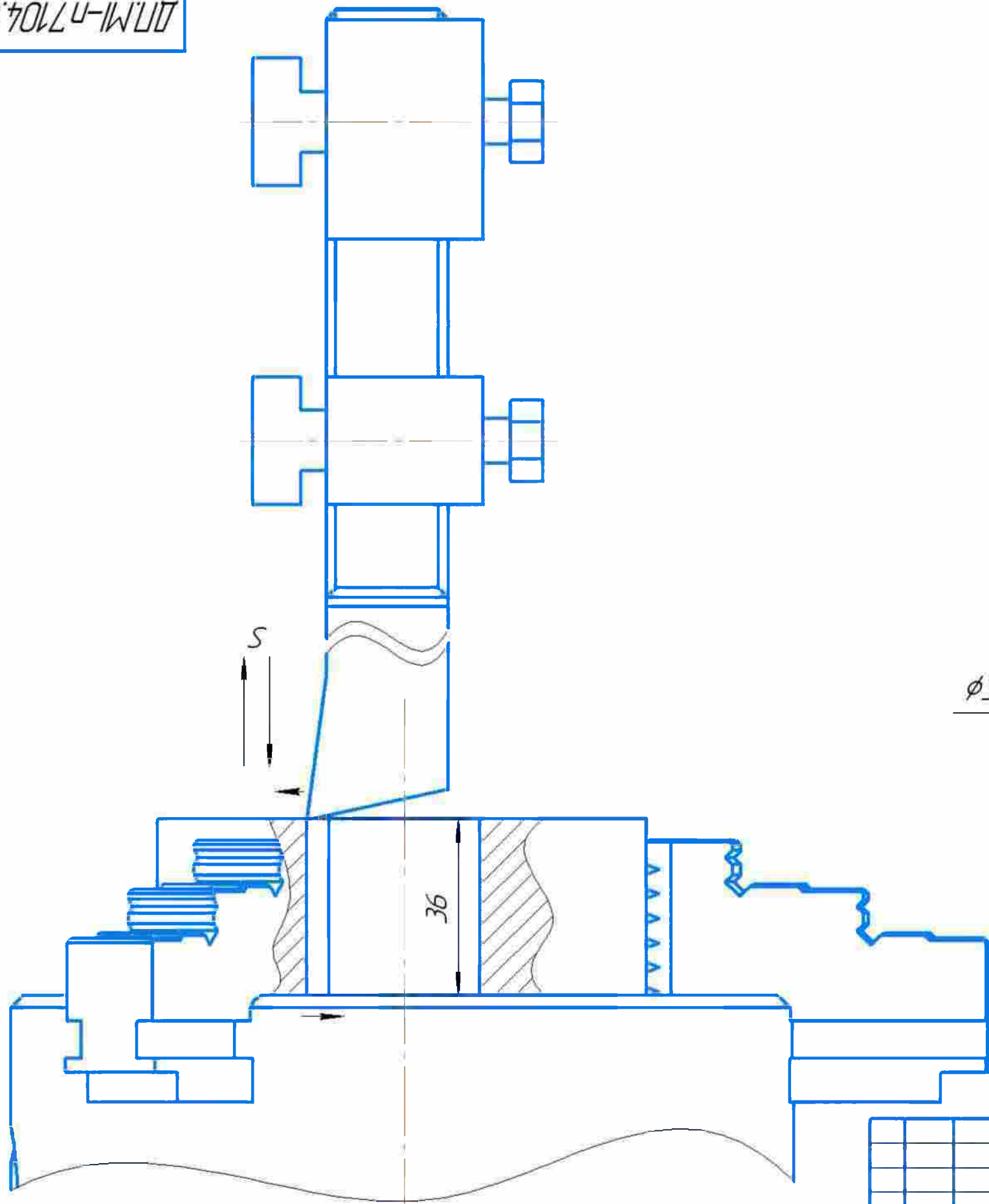
- 3) Сердло центруюче (тип А) 6.3 ГОСТ 149552-75
- 4) Сверло $\varnothing 25$ ГОСТ 10902-77.
- 5) Різець розточний ГОСТ 18873-73.
- 1) Різець токарний прохідний відігнутий ГОСТ 18868-73

№	Операція	Верстат	Інструмент	V м/хв	n хв ⁻¹	S мм/об	f мм	T_c хв
020	Токарна	1К62	Різець відігнутий прохідний ГОСТ 18868-73	88	280	0,15	20	3,5
			Різець прохідний SDACR 1212 H11	120	350	0,15	1	3,2
			Сердло центруюче (тип А) 6.3 ГОСТ 149552-75	11	555	0,08	-	3,2
			Сверло $\varnothing 25$ ГОСТ 10902-77	14	178	0,2	9,35	3,5
			Різець розточний ГОСТ 18873-73	124	1200	0,07	1	4,5

					ДП.МІ-п7104.04.000 ТК			
Ізм.	Лист	№ док.	Підп.	Дата	Графічне зображення технологічного процесу			
Разраб.	Климак В.Ю.							
Проб.	Бесарабєць Ю.І.							
Т.контр.					Лист	1	Листов	4
Н.контр.					НТУУ "КПІ" ММІ			
Утв.					МІ-п71			

Перш. примен.	Стор. №	Підп. і дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Підп. і дата	Инв. № подл.

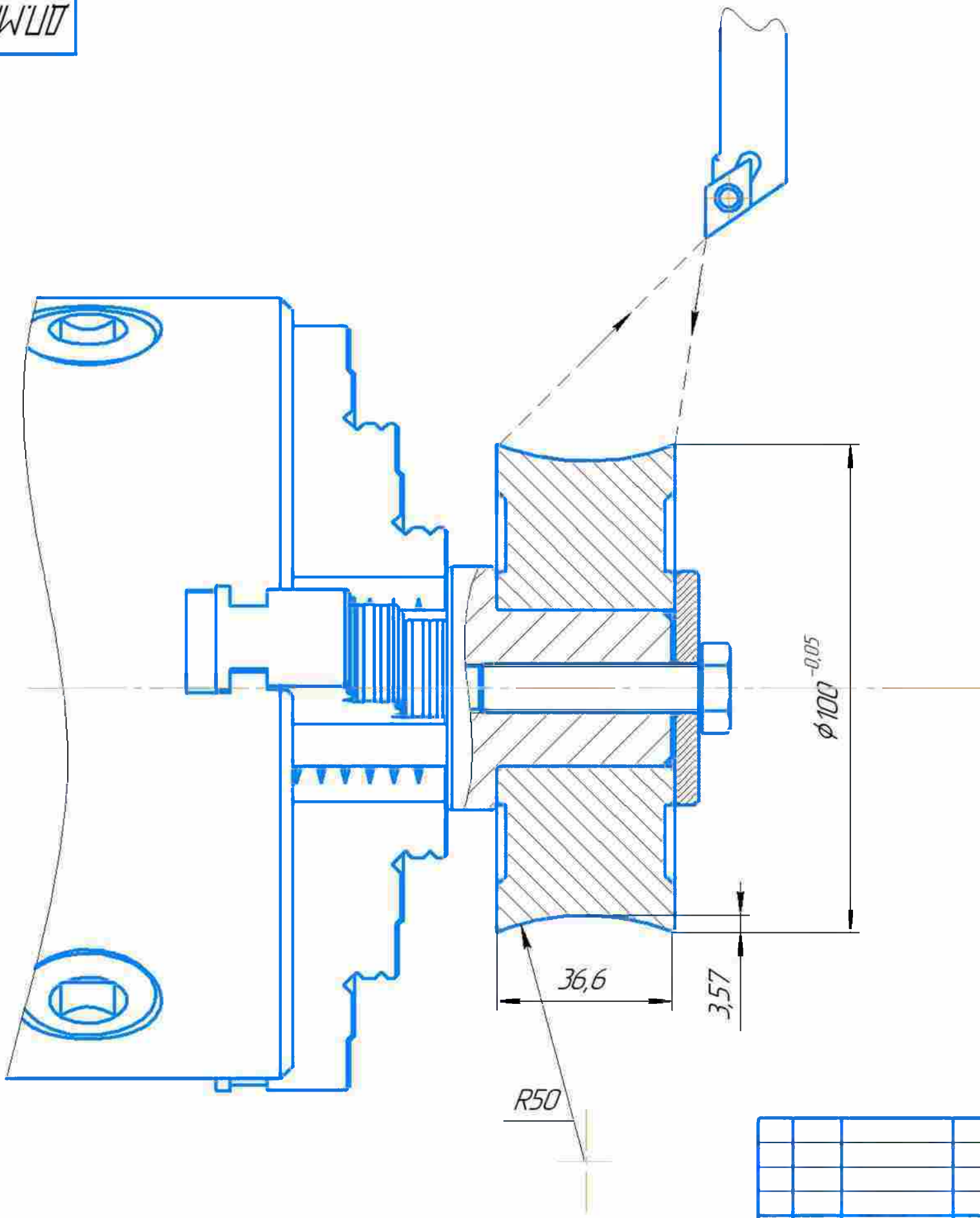
ДП.МІ-п7104.04.000 ТК



Изм.	Лист	№ док.им.	Подп.	Дата
Разраб.		Климаков В.Ю.		
Проб.		Бесарабцев Ю.И.		
Т.контр.				
И.контр.				
В.тв.				

ДП.МІ-п7104.04.000 ТК			
Графічне зображення технологічного процесу			
Лист 2 / Листов 4			
НТУУ "КПІ" ММІ			
МІ-п71			
Копіюваль			
Формат А3			

№	Найменування операції	Верстат	Інструмент	V м/хв	n хв ⁻¹	S $\frac{мм}{об}$	t мм	T _о хв
030	Довбальна	7А420	Різець довбальний ГОСТ 10046-72	15	-	0,3	0,05	2,1



Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	№	Наименование операции	Верстат	Инструмент	$V \text{ м/хв}$	$n \text{ хв}^{-1}$	$S \frac{\text{мм}}{\text{об}}$	$t \text{ мм}$	$T_0 \text{ хв}$
					040	Токарна	SINUMERIK 828	Різець прохідний SDACR 1212 H11	124	395	0,07	1	5,5

					ДП.МІ-п7104.04.000 ТК			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Графічне зображення технологічного процесу			
Разраб.		Климаков В.Ю.						
Проб.		Бесарабєць Ю.І.						
Т.контр.					Лист	3	Листов	4
Н.контр.					НТУУ "КПІ" ММІ			
Утв.					МІ-п71			

ДП.МІ-п7104.04.000 ТК

Перш. примієн.

Стор. №

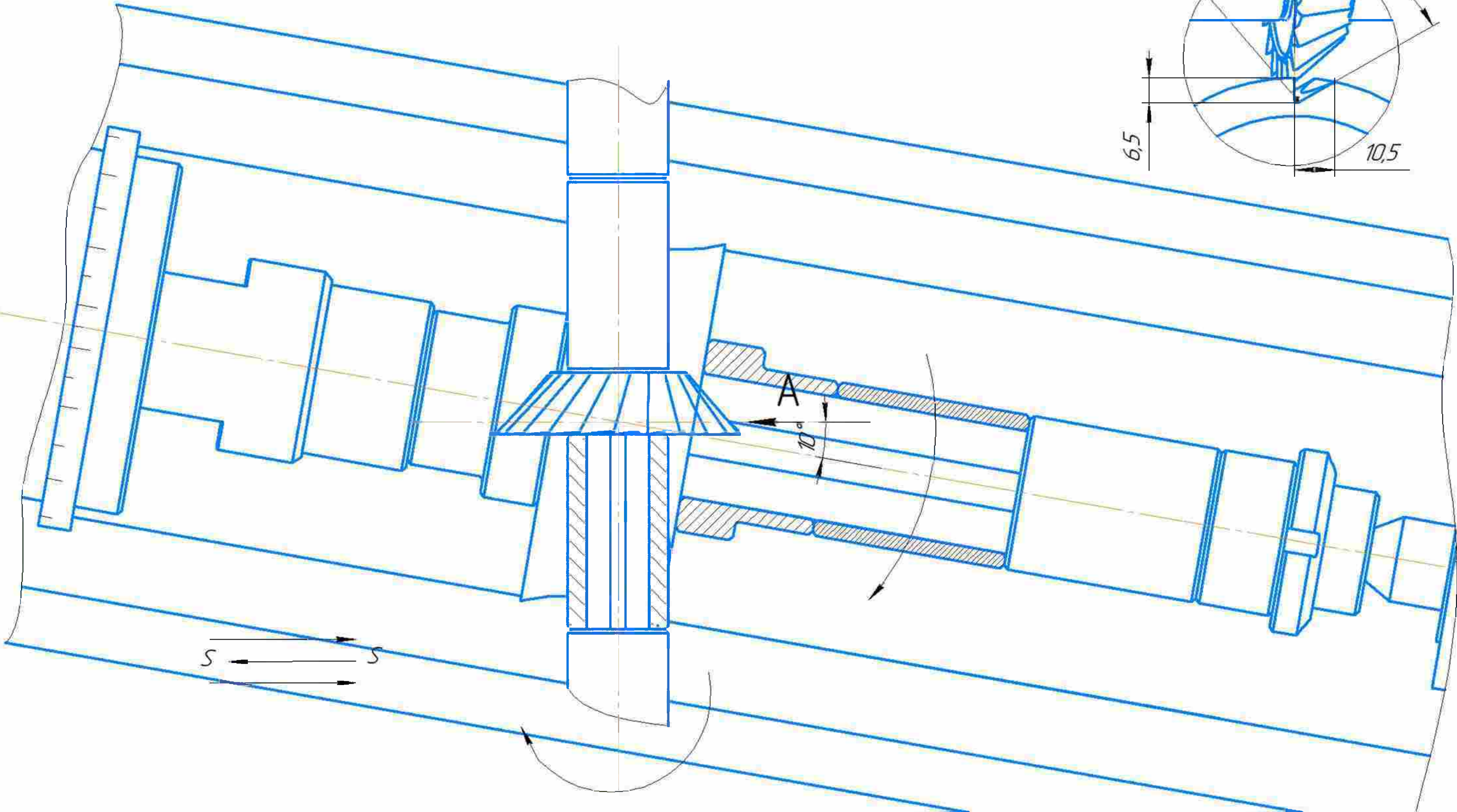
Подп. и дата

Изм. №

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. №

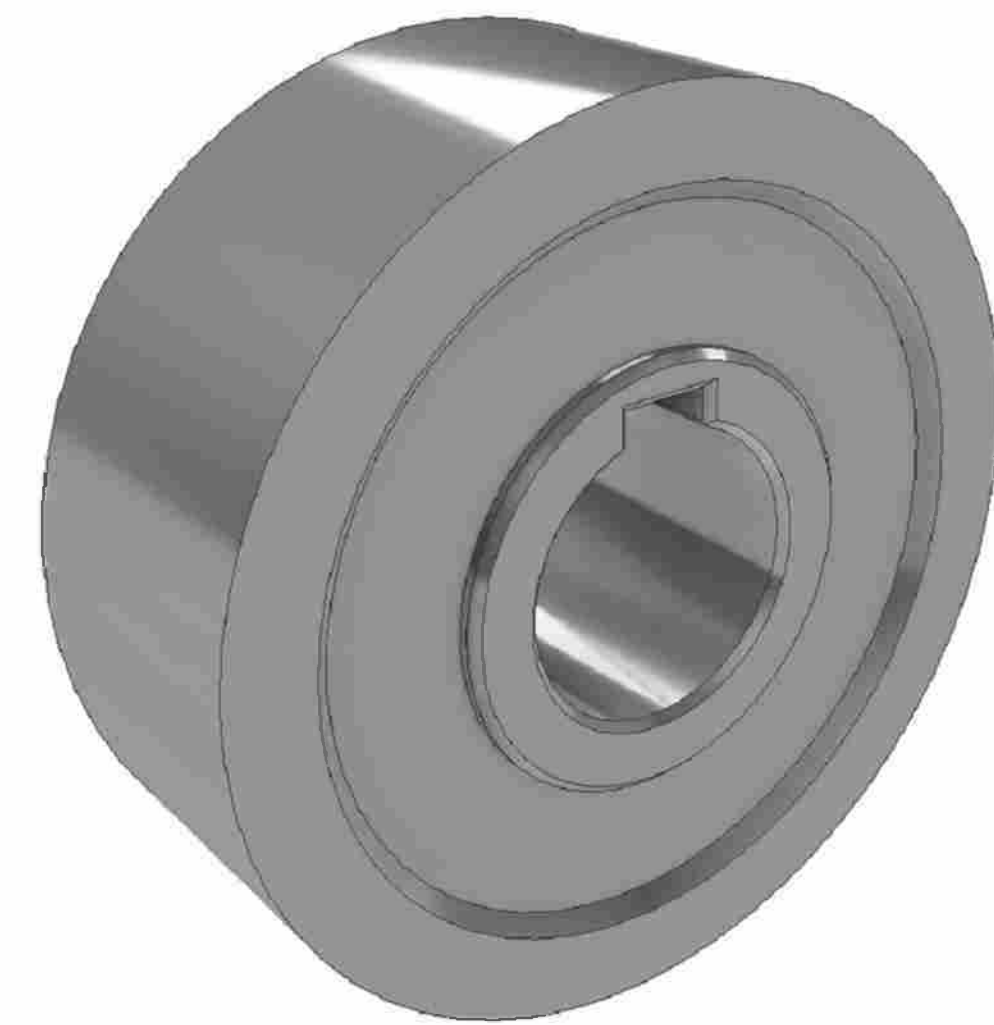


№	Найменування операції	Верстат	Інструмент	$V \text{ м/хв}$	$n \text{ хв}^{-1}$	$S \frac{\text{мм}}{\text{хв}}$	$t \text{ мм}$	$T_0 \text{ хв}$
045	Фрезерувальна	6Н81	Фреза кутова	12,54	79,83	0,07	6,5	11,56

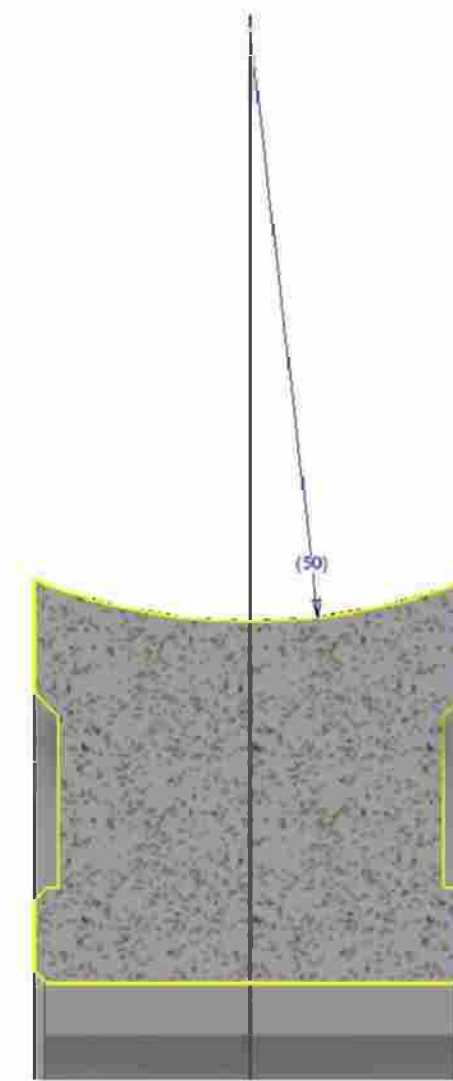
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Климков В.Ю.		
Проб.		Бесарабця Ю.И.		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

ДП.МІ-п7104.04.000 ТК			Лит.	Масса	Масштаб
Графічне зображення технологічного процесу					
			Лист 4	Листов 4	
			НТУУ "КПІ" ММІ		
			МІ-п71		
Копіювал			Формат А3		

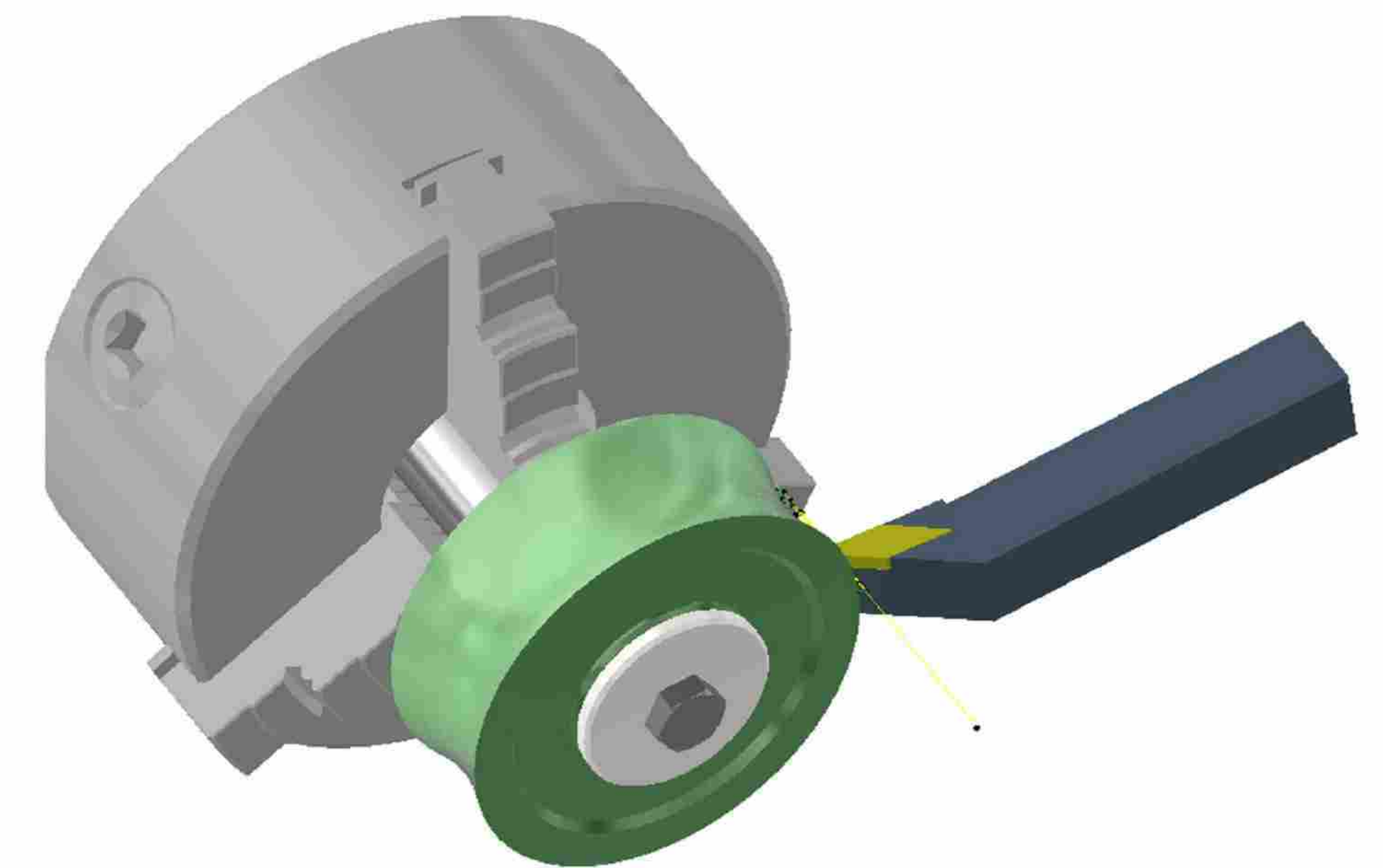
Розробка токарної операції з ЧПК за допомогою програми Inventor 2020 для CTX 310 ecoline



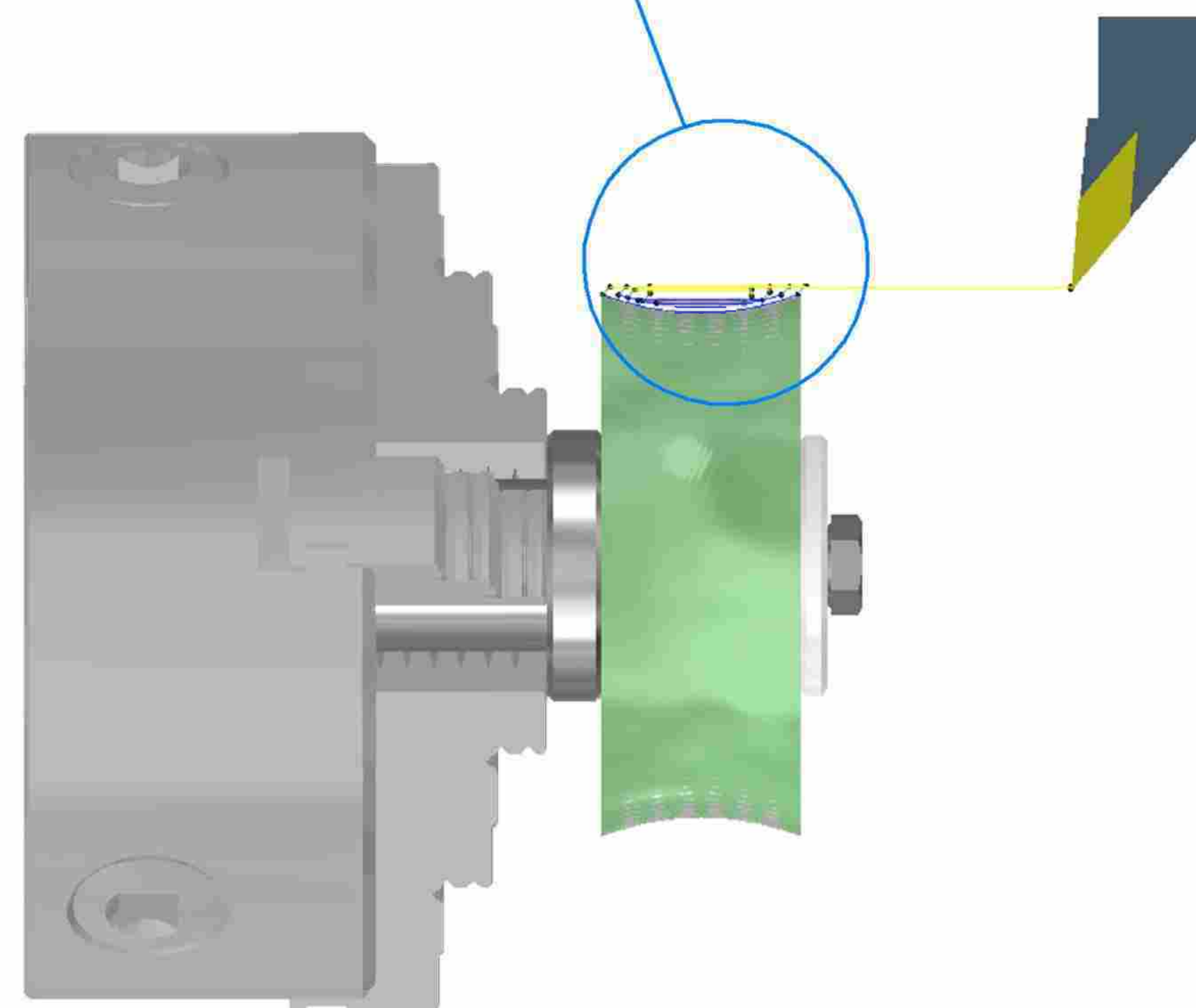
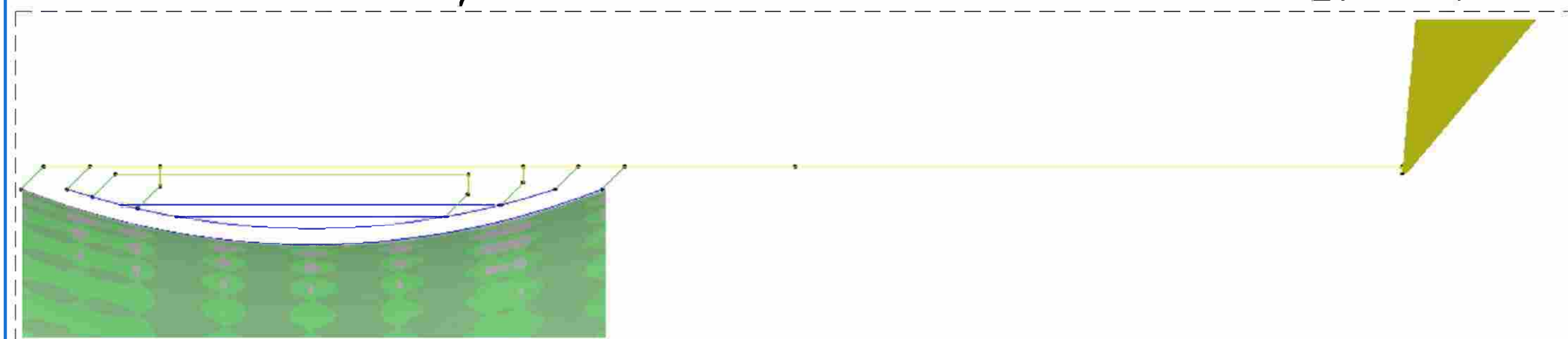
Вибір заготовки



Контур оброблюваної деталі



Візуалізація процесу точіння



Траекторія руху інструменту



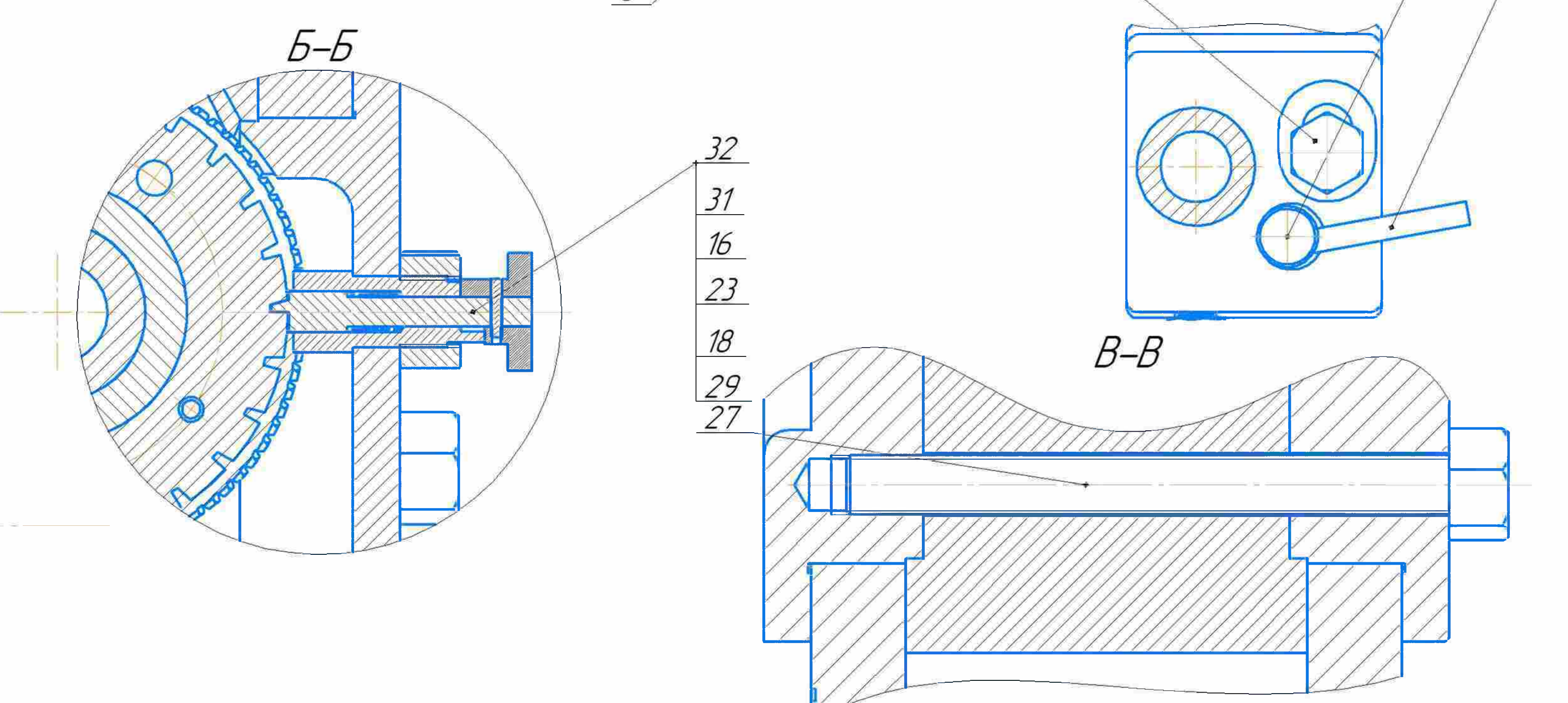
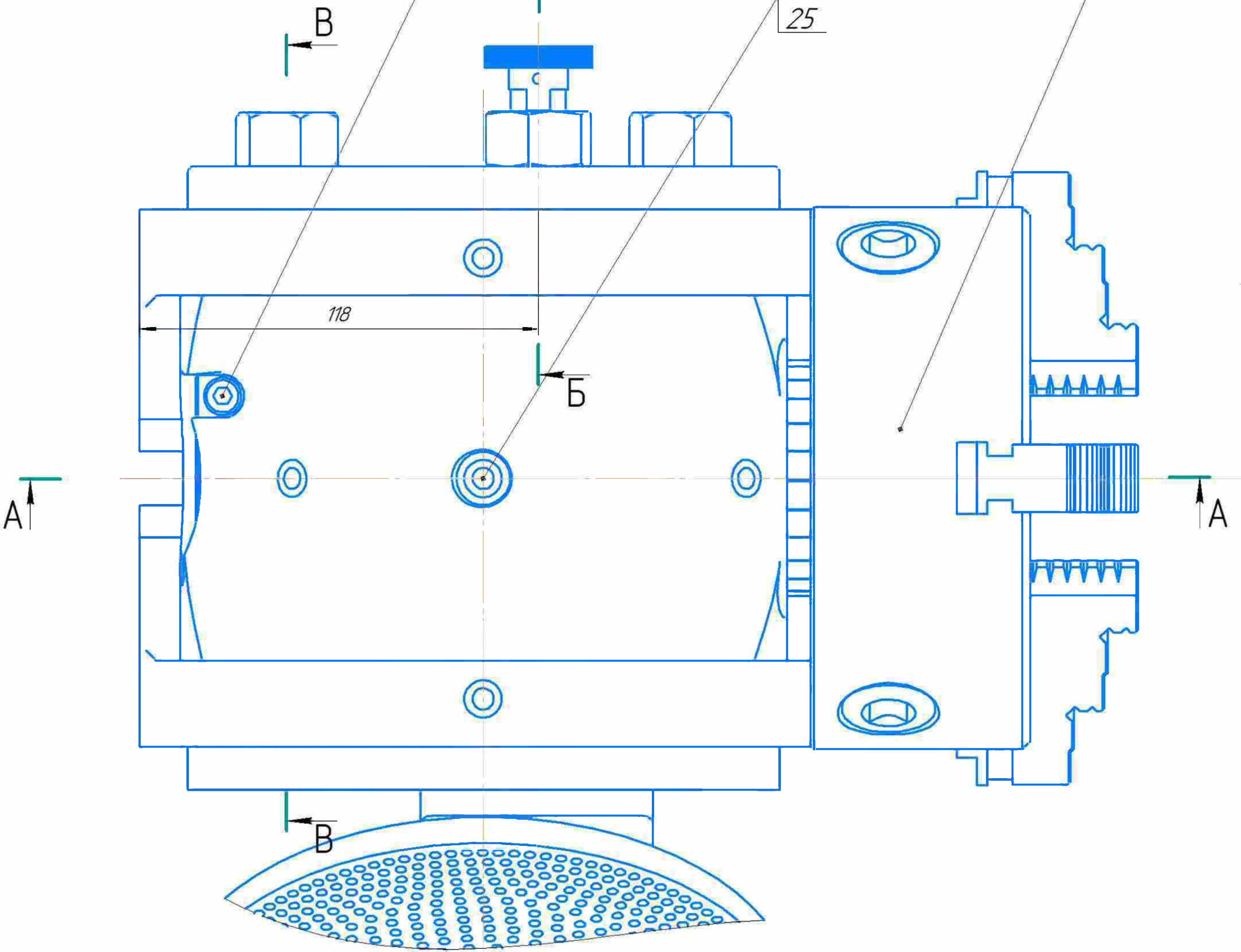
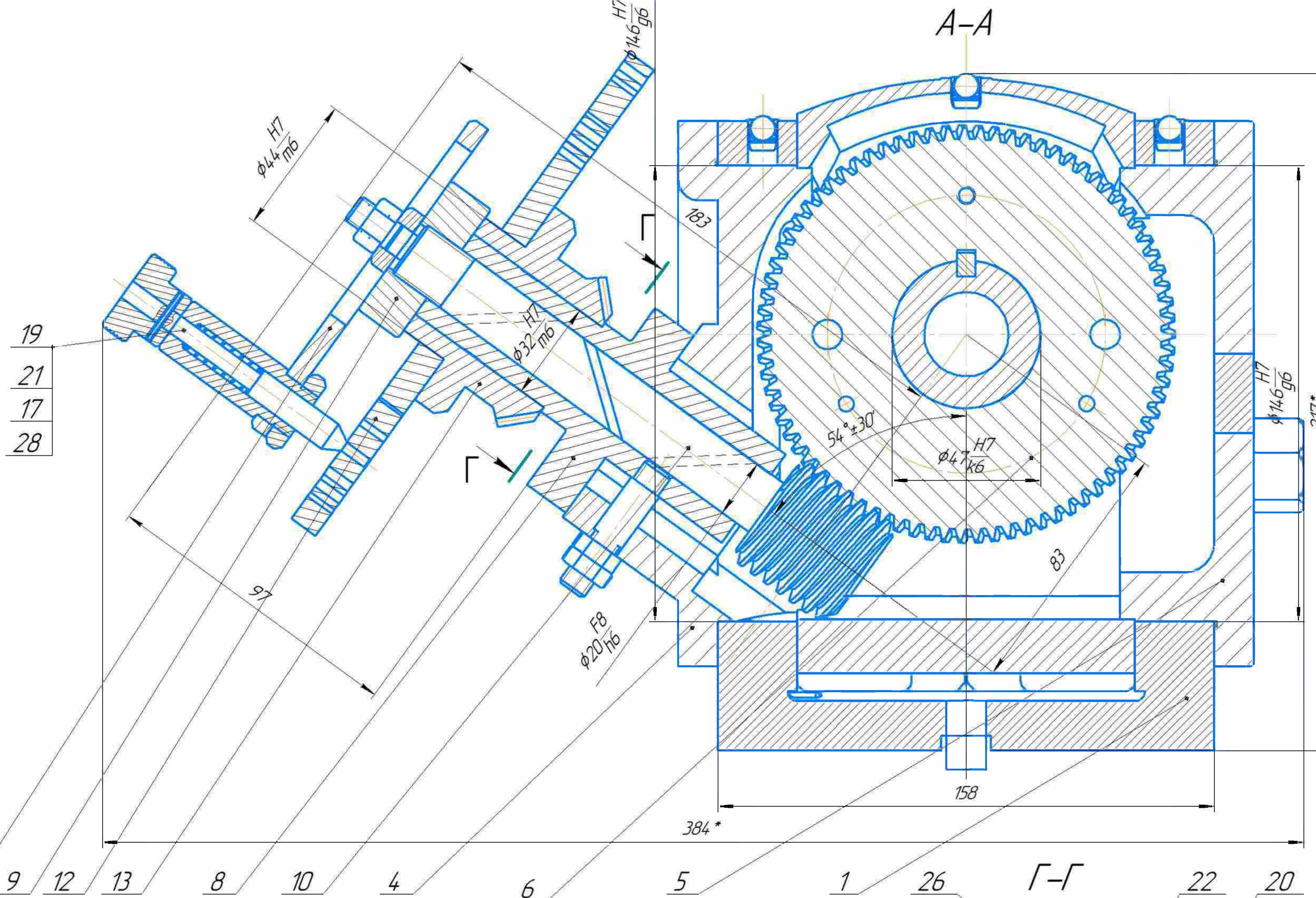
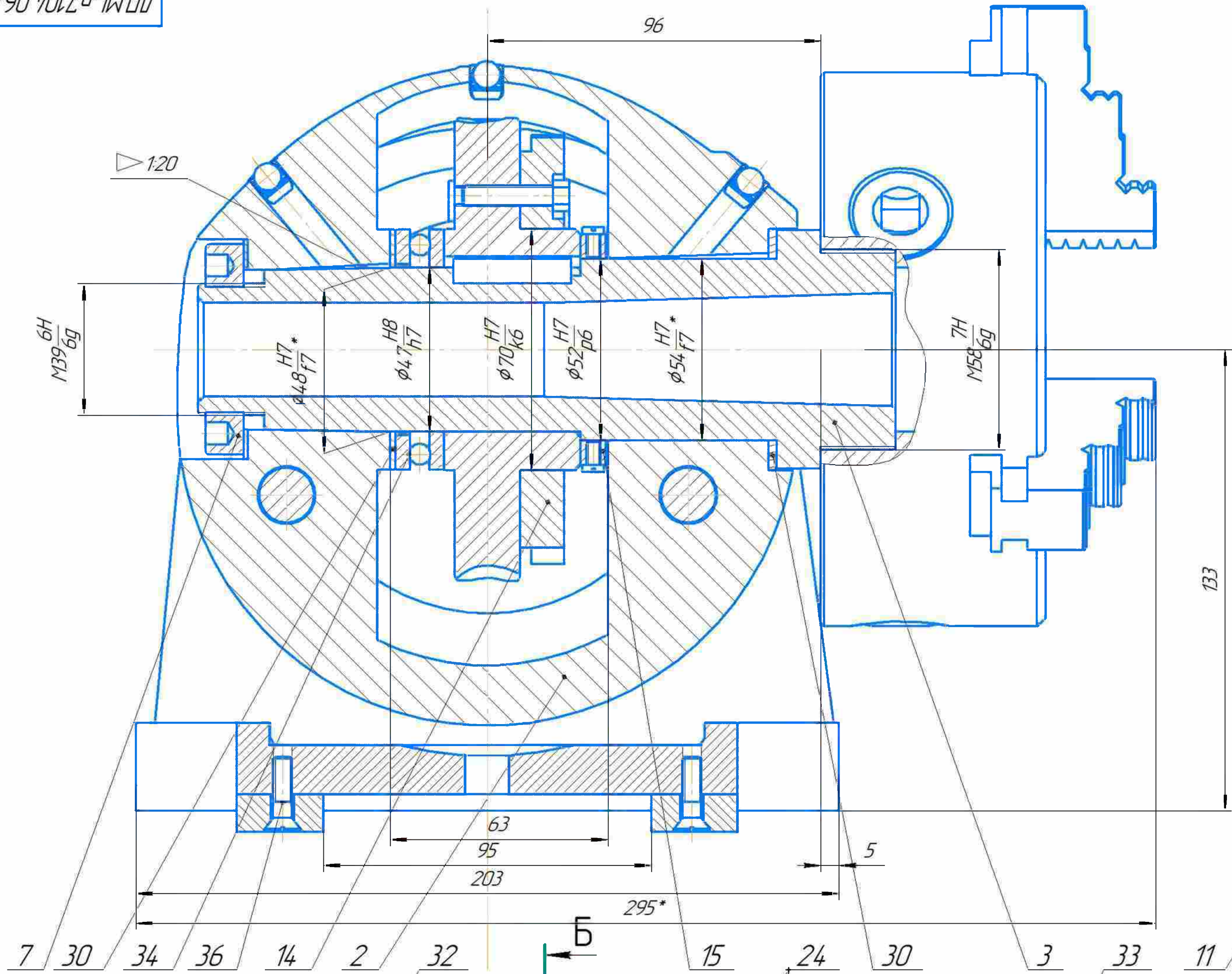
Деталь після обробки

Код керуючої програми для реалізації даної операції

```
%_N_1025_MPF
; (30.06.2020)
N15 G90 G94 G18
N20 G71
N25 LIMS=S6000
N30 G53 G0 X0.
```

```
; Чорнове точіння
N35 T3 D1
N40 G54
N45 M8
N50 G95
N55 G97 S394 M4
N60 G0 X102. Z50
N65 G0 X102.828
N70 Z-2.081
N75 G1 X100. Z-3.495 F0.07
N80 G18 G2 X98. Z-7.033 I46.331 K-15.005
N85 G1 Z-29.967
N90 G2 X100. Z-33.505 I47.331 K11.467
N95 G1 X102.828 Z-32.091
N100 G0 Z-5.619
N105 X100.828
N110 G1 X98. Z-7.033 F0.07
N115 G2 X96.631 Z-10.363 I47.331 K-11.467
N120 G1 Z-26.637
N125 G2 X99. Z-31.863 I48.015 K8.137
N130 G1 X101.828 Z-30.449
N135 G0 Z-8.949
N140 X99.459
```

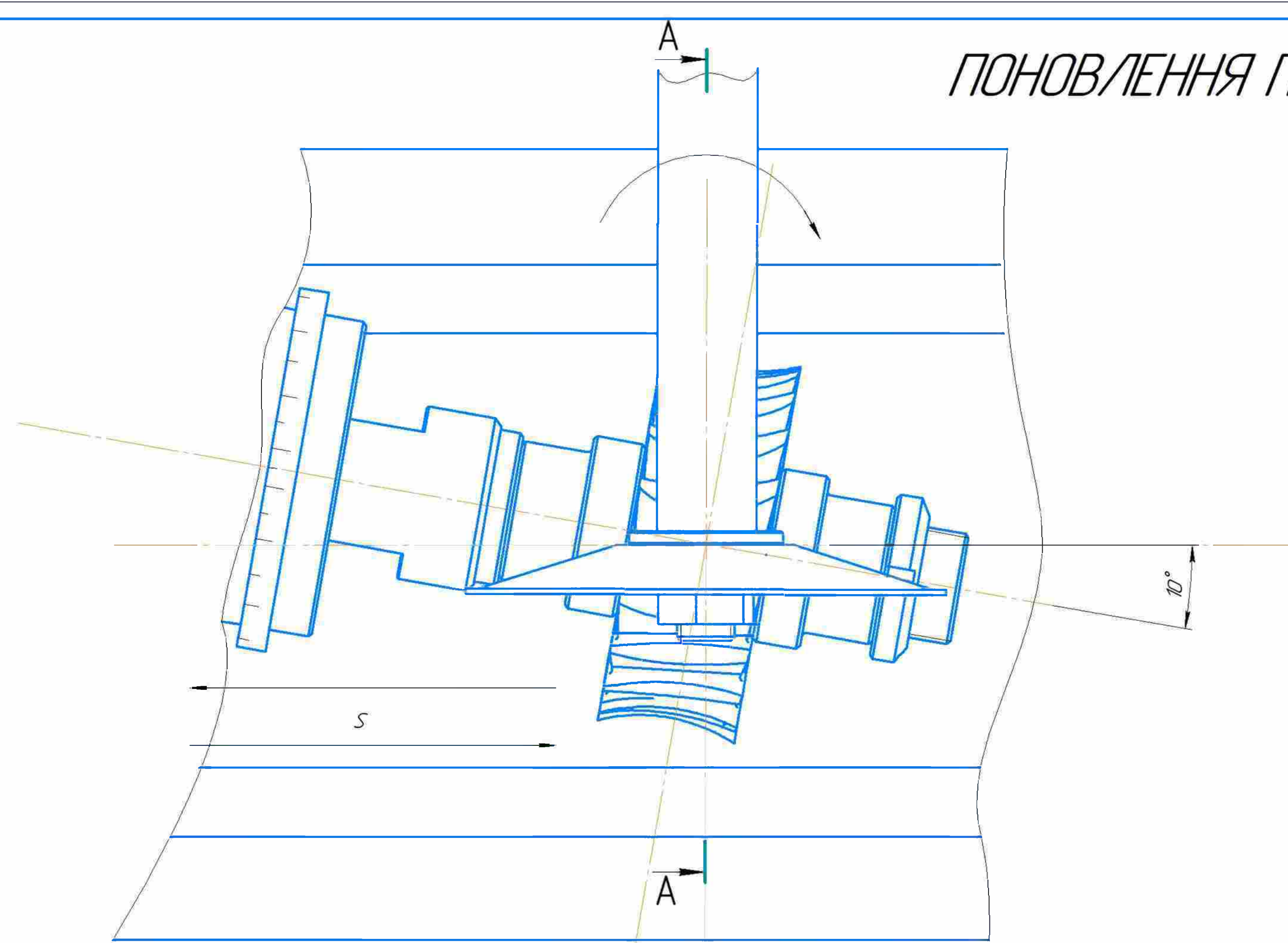
```
N145 G1 X96.631 Z-10.363 F0.07
N150 G2 X97.631 Z-29.176 I48.015 K-8.137
N155 G1 X100.459 Z-27.762
N160 G0 X103.226
N165 Z1.101
Чистове точіння
N170 G1 X100. Z-0.512 F0.07
N175 G2 Z-36.488 I46.331 K-17.988
N180 G1 X102.828 Z-35.073
N185 G0 Z50
N190 X102.
N195 M9
N200 G53 X0.
N205 G53 Z0
N210 M30
```

- 1 * Розміри для довідок
2 Змазувати ділильну головку кожний день перед використанням, салідолом або консистентною змазкою.
3 Рухомі частини ділильної головки повинні переміщуватися без ривків та заїдань, а обертаючі частини фіксуватися в заданому положенні.
4 На робочій поверхні не повинні бути тріщин, корозії, раковин, м'ятин, загусенців та інших дефектів.
5 Цифри шкали показників повинні бути чіткими, їх поверхня повинна бути матовою і не повинна бути відблисків.
6 Граничні відхилення кута конуса Морзе і форми кінцевої поверхні і отвору в шпінделі - по АТ6.
7 Нарізь по ГОСТ 24705, поля допусків -6H, 8g - по ГОСТ 16093.
8 Вимоги до транспортування - по ГОСТ 14192.

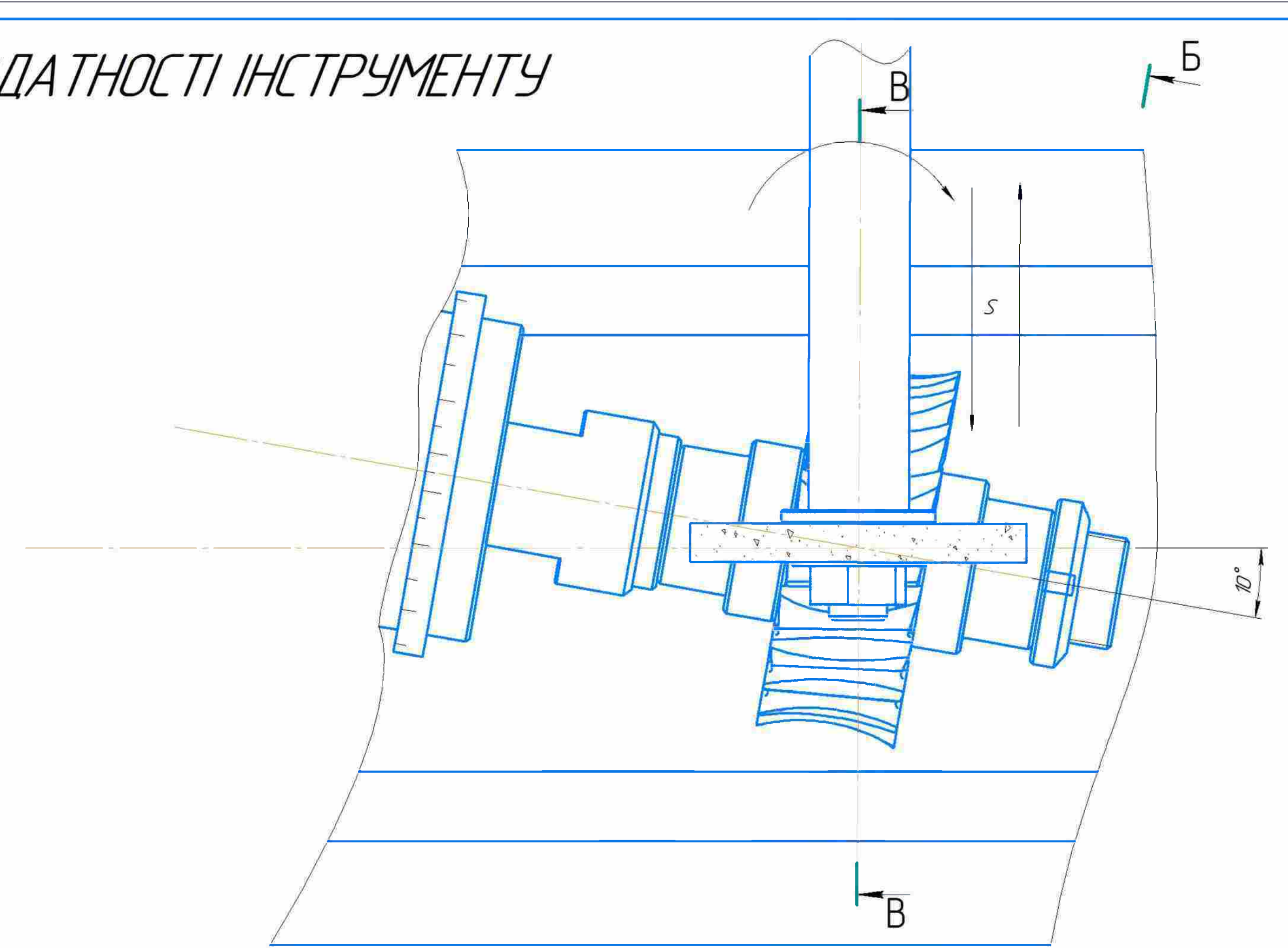
					ДП.МІ-п7104.06.000 ТК				
					Універсальна ділильна головка Н-100				
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Лист	Масса	Масштаб		
Разраб.	Климаков В.В.						1:1		
Проб.	Бессарабев Ю.И.								
Технтр.					Лист	Листов	1		
Нконтр.					КПІ ім. Ігоря Сікорського				
Утв.					Формат А1				

ПОНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ІНСТРУМЕНТУ



ПЕРЕТОЧУВАННЯ ПО ПЕРЕДНІЙ ПОВЕРХНІ

A-A



ПЕРЕТОЧУВАННЯ ПО ЗАДНІЙ ПОВЕРХНІ

B-B

